
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta mechatroniky a mezioborových inženýrských studií

Studijní program: B2612 – Elektrotechnika a informatika

Studijní obor: 1802R022 – Informatika a logistika

**Posouzení ekonomické efektivity využití biomasy
jako alternativního zdroje energie**

**The economic effectivity review of the biomass usage
as an alternative energy source**

Bakalářská práce

Autor:	Luděk Bečvář
Vedoucí práce:	Ing. Hana Čermáková, Csc.
Konzultant:	Ing. Šárka Nováková

V Liberci 16. 5. 2008

Prohlášení

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom(a) toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

Bakalářskou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Datum

Podpis

Poděkování

Děkuji vedoucí bakalářské práce Ing. Haně Čermákové, CSc. za její ochotu, připomínky, rady a drahocenný čas.

Abstrakt

Tato práce zpracovává informace o využití jednotlivých zdrojů biomasy k výrobě tepelné a elektrické energie. Tyto jednotlivé zdroje přesně vymezuje z pohledu jejich složení, formy i způsobu pěstování a poté informuje o dostupných technologiích pro jejich zpracování a přeměnu v energii. Součástí práce je také zhodnocení situace v České Republice a EU.

Náplní této práce je také vytvoření nákladového modelu výroby a zpracování pro rychle rostoucí dřeviny a konopí seté, výpočet ukazatelů ekonomické efektivity investic do tohoto odvětví a zpracování citlivostní analýzy efektivity využití biomasy.

Výsledkem je stanovení podmínek, při jejichž splnění je investice do energetické biomasy efektivní, a seznámení s používanými pěstebními postupy.

Klíčová slova: biomasa, rychle rostoucí dřeviny, konopí seté, nákladový model, investice

Abstract

This work cover information about individual biomass resources used for electrical and thermal energy production. This individual resources are defined by their structure, form and method of cultivation. Accessible technologies used for their transformation into energy are described as well. Next part of the work is description of situation in Czech Republic and EU.

Keystone of this work is creation of production and fabrication cost models for fast growing plants and cannabis sativa, calculation of investment economic efficiency indicators and elaboration of sensitivity analysis of biomass usage.

Determination of terms, which are condition for effective investment into energetic biomass, is outgrowth of this work. Important part of the work is familiarization with used silvicultural procedures.

Keywords: biomass, fast growing plants, cannabis sativa, cost model, investment

Obsah

Prohlášení.....	2
Poděkování.....	4
Abstrakt.....	5
Klíčová slova:.....	5
Abstract	5
Keywords:	5
Obsah.....	6
Seznam obrázků	7
Seznam tabulek.....	8
Seznam použitých zkratk a jednotek.....	9
0. Úvod.....	10
1. Biomasa	11
1.1 Druhy biomasy	12
1.2 Energetické využití biomasy	13
1.2.1 Bioplyn	15
1.2.2 Bionafta	16
1.3 Technologie pro energetické využití biomasy	16
1.3.1 Termická přeměna biomasy	16
1.3.2 Zplyňování biomasy	17
1.3.2 Spalování biomasy v tepelných zdrojích.....	18
1.4 Situace v České republice.....	18
1.4.1 Obnovitelné zdroje v ČR.....	20
1.4.2 Cena energie z biomasy v ČR	23
1.4.3 Dotace na pěstování energetických plodin v ČR.....	24
2. Problematika hodnocení ekonomické efektivity investice	26
2.1 Nákladový model	26
2.2 Cash flow.....	26
2.3 Odpisy	28
2.3.1 Rovnoměrné odepisování	29
2.3.2 Zrychlené odepisování	30
2.4 Metody investičního rozhodování	31
2.4.1 Doba návratnosti	31

2.4.2 Čistá současná hodnota	32
2.4.3 Vnitřní výnosové procento	33
2.4.4 Analýza citlivosti.....	33
3. Popis vypracovaných modelů	34
3.1 Struktura vypracovaných modelů.....	35
3.2 Nákladový model pro Japonské topoly	36
3.3 Nákladový model pro Konopí seté.....	39
4. Výsledky	41
4.1 Výsledky pro model konopí setého	41
4.1.1 Nákladové položky	41
4.1.2 Příjmové položky	42
4.1.3 Zisk a kumulovaný zisk.....	42
4.1.4 Cash flow.....	43
4.1.5 Citlivostní analýza.....	44
4.2 Výsledky pro model japonských topolů.....	45
4.2.1 Nákladové položky	45
4.2.2 Příjmové položky	46
4.2.3 Zisk a kumulovaný zisk.....	46
4.2.4 Cash flow.....	47
4.2.5 Citlivostní analýza.....	48
5. Závěry	50
6. Zdroje	51

Seznam obrázků

Obr. 1: Cyklus uhlíku v biomase a atmosféře	11
Obr. 2: Základní schéma kogenerace pro malé výkony	15
Obr. 3: Ukázka briketované a peletované dřevní suroviny	18
Obr. 4: Přehled o peněžních tocích (cash flow) – 1. část	27
Obr. 5: Přehled o peněžních tocích (cash flow) – 2. část	28
Obr. 6: Vzorec pro výpočet ročního odpisu při rovnoměrném odepisování.....	30
Obr. 7: Vzorec pro výpočet ročního odpisu při zrychleném odepisování.....	30

Obr. 8: Vzorec pro výpočet doby návratnosti	32
Obr. 9: Vzorec pro výpočet čisté současné hodnoty	32
Obr. 10: Vzorec pro výpočet vnitřního výnosového procenta	33
Obr. 11: Graf ročních a kumulativních nákladů plantáže konopí setého	42
Obr. 12: Graf ročních a kumulativních výnosů plantáže konopí setého	42
Obr. 13: Graf zisku plantáže konopí setého	43
Obr. 14: Graf vývoje ČSH plantáže konopí setého	44
Obr. 15: Graf ročních a kumulativních nákladů plantáže japonských topolů.....	46
Obr. 16: Graf ročních a kumulativních výnosů plantáže japonských topolů.....	46
Obr. 17: Graf zisku plantáže japonských topolů	47
Obr. 18: Graf vývoje ČSH plantáže japonských topolů.....	48

Seznam tabulek

Tab. 1: Denní plynový výnos substrátů vznikajících v živočišné výrobě.....	15
Tab. 2: Zemědělská půda - zdroj MZe (z r. 2000)	19
Tab. 3: Vývoj hrubé výroby elektřiny podle jednotlivých typů OZE (MWh)	20
Tab. 4: Energetické využití biomasy v roce 2006 (tuny)	22
Tab. 5: Roční odpisová sazba pro rovnoměrném odepisování.....	30
Tab. 6: Roční odpisová sazba pro zrychlené odepisování.....	31
Tab. 7: Efekt pěstování konopí setého	41
Tab. 8: Citlivostní analýza pro plantáž konopí setého	44
Tab. 9: Citlivostní analýza pro plantáž japonských topolů	48

Seznam použitých zkratk a jednotek

°C	.....	stupeň Celsia
CF	.....	cash flow
Cm	.....	centimetr
CO ₂	.....	oxid uhličitý
ČOV	.....	čistírna odpadních vod
ČSH	.....	čistá současná hodnota
DN	.....	doba návratnosti
EAFRD	.....	Evropský fond pro rozvoj venkova
ERÚ	.....	Energetický regulační úřad
EU	.....	Evropská unie
GWh	.....	gigawatthodina
ha	.....	hektar
kW	.....	kilowatt
LPIS	.....	system evidence půdy založený na uživatelských vztazích
mg/l	.....	miligram/litr
MJ/m ³	.....	megajoule/metr krychlový
MPa	.....	megapascal
MPO	.....	ministerstvo průmyslu a obchodu
MWe	.....	jednotka elektrického výkonu
MWh	.....	megawatthodina
Mze	.....	Ministerstva zemědělství ČR
MŽP	.....	Ministerstvo životního prostředí
NPV	.....	net present value = čistá současná hodnota
OZE	.....	obnovitelné zdroje energie
PJ	.....	peta joul
RRD	.....	rychle rostoucí dřeviny
SCZT	.....	soustava centrálního zásobování teplem
SZIF	.....	Státní zemědělský intervenční fond
toe/obyv...	.....	tuna ropyho ekvivalentu/obyvatele
VV%	.....	vnitřní výnosové procento

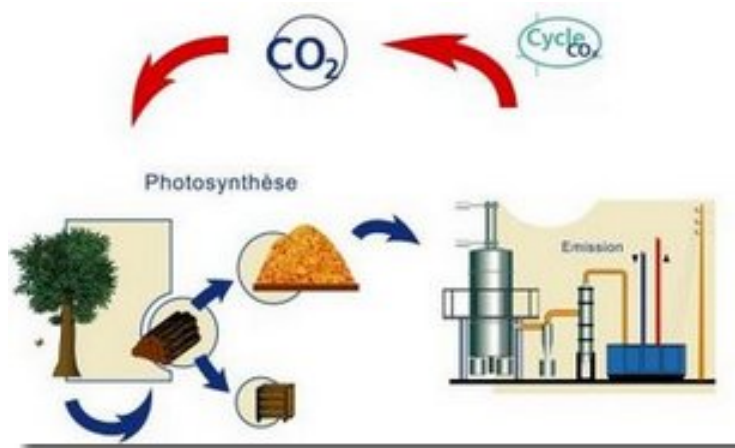
0 Úvod

V několika posledních desetiletích lidstvo pocítilo nebezpečí, která s sebou přináší masivní využívání klasických, tedy fosilních zdrojů energie. Jedná se zejména o jejich tenčící se zásoby a negativní vliv, který je spojen s jejich těžbou a zpracováním. Proto přibližně od počátku 90. let existuje požadavek na maximální možné využívání alternativních zdrojů energie, který je prosazován i v rámci politiky Evropské unie. Mezi tyto alternativní zdroje patří například biomasa, energie vodních zdrojů a větrná a solární energie. Z těchto zdrojů se počítá s největším nárůstem využívání právě u energetické biomasy. Tato práce vznikla proto, aby soustředila dostupné informace o využívání jednotlivých druhů biomasy pro výrobu tepelné a elektrické energie v ČR. Zároveň si klade za úkol vytvoření modelu pěstování a zpracování porostu pro japonské topoly a konopí seté, pěstované pro energetické účely. Součástí práce je také výpočet ukazatelů ekonomické efektivity pěstování biomasy a následné zpracování citlivostní analýzy, jejímž cílem je posouzení efektivity v závislosti na vybraných faktorech, ovlivňujících celkový efekt pěstování. Výsledky jsou zpracovány do formy tabulek a grafů. V závěru jsou formulovány podmínky efektivity pěstování biomasy jako alternativního zdroje energie.

1 Biomasa

Pojem biomasa obvykle označuje substanci biologického původu, jako je rostlinná biomasa pěstovaná v půdě nebo ve vodě, živočišná biomasa, vedlejší organické produkty nebo organické odpady. Tímto pojmem je také často označována rostlinná biomasa, využitelná pro energetické účely jako obnovitelný zdroj energie. Rostlinná biomasa je tvořena řadou sloučenin. Jako zdroj energie mají největší význam celulóza, hemicelulózy, škrob, lignin, oleje a pryskyřice. Biomasa chemicky váže sluneční energii, lze ji skladovat a využívat v pozdějším období. Tím se zásadně odlišuje od jiných obnovitelných zdrojů (přímé sluneční záření, voda, vítr), které je možné využívat pouze v době nabídky. [21] [8]

Při fotosyntéze rostliny odebírají oxid uhličitý (CO_2) z ovzduší a uhlík z něj je použit pro stavbu jejich těl, neboli pro růst biomasy. Jejím spálením se uvolní teplo, které lze dále využívat. Při spalování se nositel energie - uhlík rozptýlí ve formě CO_2 v atmosféře, kde je následně znovu absorbován do těl nových rostlin. Tím je cyklus uhlíku v biomase a atmosféře uzavřen a množství CO_2 v ovzduší se nezvyšuje. Spalování biomasy má tedy „nulovou bilanci“ CO_2 , na rozdíl od užívaných fosilních paliv, při jejichž spalování je do ovzduší uvolňován CO_2 nad jeho současnou koncentraci. [21] [8]



Obr. 1: Cyklus uhlíku v biomase a atmosféře

Mezi největší výhody biomasy patří to, že je přírodním obnovitelným zdrojem nepoškozujícím životní prostředí. Dále pak je místním zdrojem dosažitelným na území celé republiky, z čehož vyplývají malé vzdálenosti při její dopravě od pěstitelů ke zpracovatelům. Dobře se ukládá a skladuje. Cena energie z biomasy je stabilnější a méně ovlivněná světovou energetikou. Má nízký obsah síry, a tedy i oxidu siřičitého ve spalínách - pouhý zlomek v porovnání s fosilními palivy. Špatně spalovaná biomasa stejně jako špatně spalované uhlí je

ale zdrojem škodlivých emisí, což klade důraz na instalaci moderních, technicky dokonalých zařízení na její spalování. [8] [21] [19]

Největší nevýhodou je nízká energetická účinnost vzniku biomasy. Z hektaru pole lze získat hmotu s energetickým obsahem 40 až 90 MWh (megawatthodin), podle typu plodiny. To je méně než 1 % slunečního záření, které na tuto plochu za rok dopadne. V hustě zalidněné střední Evropě to znamená, že i v případě, kdy se bude biomasa cíleně a efektivně pěstovat, není k dispozici dostatek volné půdy na to, aby se mohla stát hlavním zdrojem energie a úplnou náhradou fosilních paliv. Další nevýhodou jsou vysoké investiční náklady na nová účinná technická zařízení, což zvyšuje cenu vyrobené energie. Případné další nevýhody závisí na typu pěstované biomasy. [21] [8]

1.1 Druhy biomasy

Biomasu lze rozdělit do skupin dle různých kritérií. Z hlediska obsahu vody je možno rozlišit dvě skupiny, a to biomasu suchou a biomasu vlhkou. Biomasa suchá má vlhkost (obsah vody) do 40 % a je možné ji po eventuálním vysušení spalovat. Do této kategorie patří dřevo, obilní sláma či biomasa jiných energetických rostlin (technické konopí, křídlatka, rákos, šťovík atd.). Vlhká biomasa, s vlhkostí nad 40 %, se zpravidla využívá v bioplynových technologiích, neboť ji nelze spalovat přímo. Typickými zástupci této kategorie jsou kejda, hnůj, anebo kaly z čističek vod. [13] [21]

Dalším možným rozdělením biomasy je dělení na biomasu odpadní, biomasu záměrně produkovanou k energetickým účelům a recyklovanou biomasu z výrobků po ukončení jejich životnosti. Odpadní biomasa se dále dělí na rostlinné odpady ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny, lesní odpady, organické odpady z průmyslových výrob, odpady ze živočišné výroby a komunální organické odpady. Nejvýznamnějšími zástupci rostlinných odpadů ze zemědělské prvovýroby jsou řepková a kukuřičná sláma, obilná sláma, seno, zbytky po likvidaci křovin a náletových dřevin, odpady ze sadů a vinic, odpady z údržby zeleně a travnatých ploch. Lesní odpady, neboli dendromasa je část stromové hmoty, která zůstává po těžbě dříví v lese nevyužita (pařezy, kořeny, kůra, vršky stromů, větve, šišky a dendromasa z prvních probírek a prořezávek). [19][21]

Biomasou záměrně produkovanou k energetickým účelům jsou myšleny rychle rostoucí dřeviny a nedřevnaté energetické plodiny pěstované pouze s účelem budoucí přeměny na energii. Nedřevnatá záměrně produkovaná biomasa bývá také označována jako energetické byliny a traviny. Dosahuje poměrně vysokých výnosů a je možné ji sklízet běžnými zemědělskými sklizňovými stroji. Mezi energetické byliny patří například ozdobnice

(Miscanthus), topinambury (Helianthus), konopí (Canabis) či šťovík krmný (Rumex tianshanicus). Záměrně produkovaná dřevnatá biomasa, čili tzv. energetické dřeviny, jsou dřeviny, které mají vysoký výnos (kolem 4,5 t sušiny/rok/ha) a vynikající výmladnou schopnost. Touto vlastností rozumíme schopnost růst v prvních letech po výsadbě velmi rychle. Kromě toho jsou schopné vegetativního množení (z řízků či prutů). [19][21]

1.2 Energetické využití biomasy

Dřevo je nejstarším palivem, které je známé lidskému pokolení, a v mnoha rozvojových zemích nadále zůstává životně důležitým energetickým zdrojem. Odhaduje se, že dřevo, traviny a zemědělský odpad, jenž můžeme zahrnout pod zastřešující termín biomasa, jsou čtvrtým největším zdrojem energie na světě a pokrývají okolo 14 % celkové poptávky. Biomasa je v našich podmínkách nejperspektivnějším obnovitelným zdrojem energie. Lze ji využít k výrobě tepla, elektrické energie, kombinované (kogenerační) výrobě tepla a elektřiny, a výrobě kapalných a plyných paliv (bionafta, bioláh, bioplyn). Její energetické využití má více významů. Je-li energeticky využívána odpadní biomasa, je zároveň takto vyřešen i způsob likvidace těchto odpadů. Je-li energetická biomasa speciálně pěstována, přispívá se tím k zachování rázu krajiny a k ekonomice zemědělských výrobců, a to zejména v oblastech méně vhodných k intenzivní zemědělské produkci. Lze ji pěstovat i v oblastech s rekultivovanou půdou po důlní činnosti, využít lze i půdy nadlimitně kontaminované cizorodými látkami, půdy v emisních oblastech a v okolí exponovaných silnic či dálničních tahů. Pěstování biomasy pro energetické účely snižuje závislost na dovozu paliv ze zahraničí a zároveň decentralizuje výrobu energií. Na rozdíl od přímého energetického využití sluneční a větrné energie není využití biomasy zatíženo kolísáním nabídky, takže biomasu je možno bezprostředně začlenit do infrastruktury energetického hospodářství jako nové palivo. Předpokladem tržního uplatnění biopaliv je jejich standardizace. U dřeva do formy polínek a štěpky, u slámy do formy obřích balíků, briket a pelet. Každá úprava biopaliv však značně zvyšuje jejich cenu a musí se proto omezit na nezbytnou míru a provádět na výkonných strojích s vysokým ročním využitím. Například u briketovacích lisů je limit kolem 2 000 tun paliva za rok. [8][3]

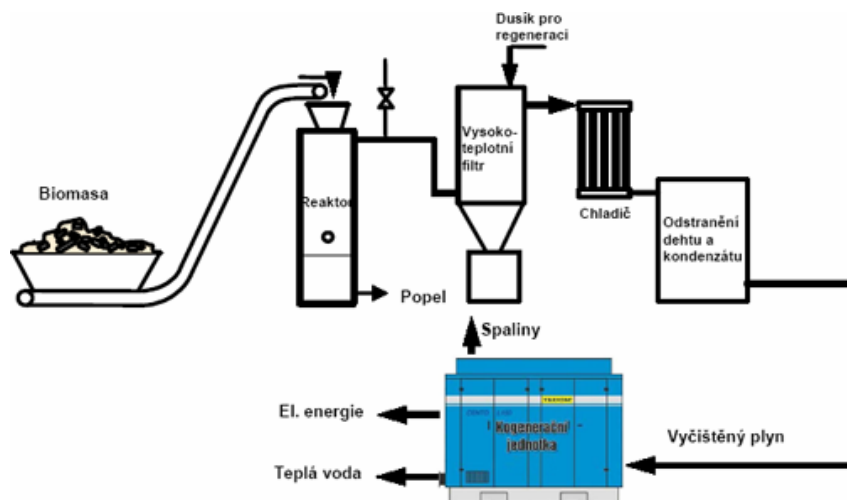
Zákon č. 252/1997 Sb. o zemědělství stanovuje dvě základní funkce zemědělství, a to funkce produkční (výživa obyvatel, výroba potřebných nepotravinářských surovin) a funkce mimoprodukční (činnosti za účelem podpory ekologických kvalit krajiny, ekologické efekty z produkční činnosti). Produkce biomasy pro energetické využití je činnost, která patří jak do produkční funkce zemědělství (výroba nepotravinářských surovin), tak i do funkce

mimoprodukční (podpora ekologické kvality krajiny a udržování půdního fondu v kulturním stavu). [2]

Rozvoj využití biomasy a jejího pěstování pro energetické účely je podporován Evropskou unií (EU) jako součást řešení ekologických otázek energetiky, problémů zemědělské politiky a politiky rozvoje venkova. Podle EU by se do roku 2010 mělo energetické využití biomasy zvětšit trojnásobně, z čehož jedna třetina by měla připadnout na kogenerační (kombinovanou) výrobu elektřiny a tepla. V uvedeném časovém intervalu se předpokládá až desetinásobné zvětšení objemu elektřiny vyrobené z biomasy. Materiály Komise EU ukazují, že v budoucí společné zemědělské politice EU bude alternativnímu (nepotravinářskému) využití zemědělské produkce poskytována velmi významná podpora. Spojené státy již nyní získávají více než 15 % své celkové energie z biomasy. [3][5]

Z pohledu energetických přeměn lze biomasu vhodnou pro energetické využití rozdělit do dvou skupin a to na biomasu určenou pro spalování a zplyňování, a na biomasu určenou pro anaerobní fermentaci (kvašení). Do první skupiny patří například odpady dřevozpracovatelského průmyslu (piliny, hobliny, atd.), zemědělské odpady (sláma, odpadní zrno, atd.), odpady lesního hospodářství (kůra, probírkové dřevo) a speciálně pěstované energetické dřeviny a rostliny. Biomasu této skupiny lze nejjednodušeji využít prostým spálením v kotlích vyrábějících teplo či horkou vodu, popřípadě páru. Termodynamicky dokonalejším způsobem energetické přeměny biomasy jsou různé formy zplyňování, pomocí nichž se organické části biomasy přemění v kvalitnější plynné nebo kapalné palivo. Takovéto palivo lze poté použít v energetických zařízeních vyrábějících teplo nebo kogeneračně elektřinu a teplo. [21][8]

Do druhé skupiny je možno zařadit komunální a průmyslové odpadní vody, tuhé odpady, slamnatý kravský hnůj, exkrementy z velkochovů vepřů a drůbeže, jateční odpady, odpady potravinářské výroby a speciálně pěstované trávy. Z biomasy této skupiny lze řízenými fermentačními procesy získat bioplyn a ten je pak možno uplatnit ve všech typech energetických zařízení obdobně jako zemní plyn. [21][8]



Obr. 2: Základní schéma kogenerace pro malé výkony

Z energetického hlediska je kogenerační výroba výhodnější než čistá výroba elektrické energie z důvodu vyššího zhodnocení energie v palivu. Problémem však je zajištění celoročního využití tepla a také podstatně vyšší náklady na instalace kogeneračního zařízení.

Jestliže spalovaný materiál obsahuje dostatečný podíl sušiny a hořlaviny, je výhodnější jeho přímé energetické spalování. Při vysokém obsahu vody je výhodnější zpracování na bioplyn. [21][3]

1.2.1 Bioplyn

Pro produkci bioplynu lze využít tuhých (chlévská mrva) i tekutých substrátů (kejda, odpady z potravinářského průmyslu aj.) vznikajících v živočišné výrobě. Bioplynové stanice svojí technologií (fermentační procesy) zajišťují zpracování takto produkováných organických odpadů do podstatně přijatelnějších forem pro skladování a následné využití za současné produkce bioplynu, který je možno využít k přímému spalování při vytápění, nebo jako palivo v plynových motorech kogeneračních jednotek uzpůsobených k jeho spalování. Energeticky hodnotný je v bioplynu metan a vodík. Problematickými jsou sirovodík a čpavek, které je často nutné před energetickým využitím bioplynu odstranit, aby nepůsobily agresivně na strojní zařízení. Průměrná výhřevnost bioplynu je 22 MJ/m^3 . [12][3]

Tab. 1: Denní plynový výnos substrátů vznikajících v živočišné výrobě

Plynový výnos kejdy a hnoje za jeden den	
1 kráva	$1,1 \text{ m}^3$
1 prasnice	$0,3 \text{ m}^3$
1 krmné prase	$0,13 \text{ m}^3$
200 kuřat	$1,5 \text{ m}^3$

1.2.2 Bionafta

Bionaftu lze vyrábět z jakéhokoliv rostlinného oleje (řepkový, slunečnicový, sojový, použité fritovací oleje atd.). V České republice se nejčastěji používá k výrobě olej získaný z řepky olejné. Řepka je náročná rostlina, která pro svůj růst potřebuje hodně živin, a proto by se měla na polích pěstovat pouze každý čtvrtý rok. Jednotlivé postupy výroby se liší zejména použitým katalyzátorem a podmínkami reakce. Vyvíjí se nové postupy výroby, například přeměna rostlinných olejů za pomoci enzymatických katalyzátorů, použití speciálních pevných katalyzátorů a také výroba bez použití katalyzátoru. [12]

Bionafta při spalovacím procesu lépe hoří, a tím výrazně snižuje kouřivost naftového motoru, emise polévatého prachu, síry, oxidu uhličitýho, aromatických látek a uhlovodíků vůbec. Čistá bionafta není toxická, je biologicky odbouratelná a neobsahuje žádné aromatické látky ani síru. Nezpůsobuje ve vodě mikrobiologické zatížení až do koncentrace 10 mg/l a je pro ryby neškodná. Nevyžaduje žádné zvláštní podmínky pro uskladnění. Lze ji skladovat ve stejných zásobnících jako motorovou naftu, kromě betonových zásobníků.

Jednou z jejích hlavních nevýhod je energetická náročnost celého jejího výrobního procesu. Další nevýhodou je, že při kontaktu s větším množstvím vody vznikají z bionafty mastné kyseliny, které mohou způsobit korozi palivového systému. [12][3]

1.3 Technologie pro energetické využití biomasy

Technologií vhodných pro výrobu tepla a elektřiny z biomasy je mnoho. Výběr té nejvhodnější záleží na její dostupnosti, ceně, spolehlivosti, efektivitě, ale i na vlivu na životní prostředí a dalších kritériích. [2]

1.3.1 Termická přeměna biomasy

Nejjednodušší metodou pro termickou přeměnu biomasy je spalování za dostatečného přístupu kyslíku. Tato technologie je dokonale zpracovaná a pro investory představuje minimální riziko. Produktem je tepelná energie, která se následně využije pro vytápění, technologické procesy, nebo pro výrobu elektrické energie. Spalování většinou nevyžaduje předběžnou speciální úpravu biomasy. Je přijatelná i vyšší vlhkost suroviny. Vzhledem k charakteru biomasy a jejímu proměnnému složení je nutno věnovat značnou pozornost optimálním podmínkám při spalování a při čištění výstupních spalin, kde je nutno především kontrolovat emise oxidu uhelnatého a tuhých látek. [2]

Složitější metodou je termochemická přeměna biomasy při vyšších teplotách a za nedostatku kyslíku. Produkty takového procesu jsou odlišné podle procesních podmínek, k nimž patří především teplota, doba setrvání částic biomasy v reakční zóně a další způsob zpracování. Jestliže se teplota při reakci v reaktorech pohybuje v oblasti 800 °C až 900 °C a doba setrvání částic je delší (sekundy až desítky sekund), je produktem z větší části plyn. Tento proces je označován jako zplyňování. Pokud je jako okysličovadlo použit vzdušný kyslík, což je v případě biomasy nejčastější, má vzniklý surový plyn nízkou výhřevnost (4 až 6 MJ/m³), obsahuje dehty, fenoly a tuhé částice. Pokud jsou teploty v reaktoru 450 °C až 550 °C a doba setrvání suroviny v reakční zóně velmi krátká (maximálně do 2 sekund), jsou produktem zejména páry a aerosoly, v menší míře pak plyn a tuhé částice. Tento proces se nazývá rychlá pyrolýza. Produkty tohoto procesu se musí ihned rychle ochladit, čímž vznikne velký podíl kapaliny. Tato kapalina má výhřevnost 16 až 20 MJ/kg a po další úpravě může sloužit jako kvalitní kapalné palivo. [2]

1.3.2 Zplyňování biomasy

Pro zplynění biomasy jsou v současné době používány dva základní způsoby, a to zplyňování v generátorech s pevným ložem a zplyňování ve fluidních generátorech. První z obou metod je jednodušší, méně investičně náročná, ale je použitelná jen pro malé tepelné výkony. Zplyňování probíhá při nižších teplotách (kolem 500 °C) a za atmosférického tlaku ve vrstvě biomasy. Vzduch jako okysličovací médium proudí buď v souproudu (směrem dolů) nebo v protiproudu (směrem nahoru) vzhledem k postupnému pohybu zplyňovaného biopaliva. Popelové zbytky se odvádějí ze spodní části reaktoru. Nevýhodou tohoto systému je značná tvorba dehtových látek, fenolů a pod., jejichž odstranění je pak největším problémem.

U druhé metody probíhá zplyňovací proces při teplotách 850 °C až 950 °C. Souběžně zde probíhá vývoj ve dvou základních směrech: zplyňování při atmosférickém tlaku a zplyňování v tlakových generátorech při tlaku 1,5 až 2,5 MPa. Oba způsoby mají své výhody a nevýhody. Tlakové zplyňování biomasy vycházelo bezprostředně z vývoje zplyňovacích technologií uhlí, v nichž byly z mnoha důvodů používány výlučně tlakové generátory. Obecně menší jednotkové výkony zařízení s biomasou a její specifické vlastnosti vedou k tomu, že v současné době je dávana přednost systémům s atmosférickým zplyňováním a s tlakovým zplyňováním se uvažuje až u případných budoucích projektů tepelných centrál s výkony většími než asi 60 MWe. [2]

Výhřevnost vyrobeného plynu se pohybuje v rozmezí 4 až 6 MJ/m³, přičemž tento plyn je bez větších úprav použitelný pro spalování v klasických kotlových hořácích a po dodatečném vyčištění i ve spalovacích komorách spalovacích turbín a upravených spalovacích motorů. [2]

1.3.3 Spalování biomasy v tepelných zdrojích

Tepelnými zdroji rozumíme malé a střední lokální zařízení a výtopny, kde se výkon kotlů spalujících biopaliva pohybuje v rozsahu od desítek kW do několika MW. Počet těchto zařízení se v Evropě pohybuje ve stovkách tisíc. I u nás jsou malé kotle na dřevo v nejrůznějších konstrukčních modifikacích velmi rozšířeny a s rostoucí cenou plynu bude jejich počet dále narůstat. V mnoha zemích jsou takové kotle instalovány ve výtopnách menších soustav centralizovaného zásobování teplem (SCZT). Nejrozšířenější je tento systém v Dánsku, kde je v současné době v provozu více než 150 SCZT s tepelným výkonem 1 až 10 MW využívajících dřevní štěpku (vzniká jako odpad při zpracování dřevní kulatiny na pilách), slámu, peletovanou a briketovanou dřevní surovinu. [2] [12]



Obr. 3: Ukázka briketované a peletované dřevní suroviny

1.4 Situace v České republice

Zájem o biomasu se začal v České republice projevovat zejména po schválení zákona č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů. Podnikatelské aktivity ve výrobě elektrické energie z obnovitelných zdrojů se díky citovanému zákonu stabilizovaly, což vedlo k dlouhodobému a jistému odbytu této produkce od zemědělců. U veřejnosti jsou v podvědomí nejvíce zakotveny tzv. rychle rostoucí dřeviny (RRD), především topoly a vrby, jejichž pěstování se u nás propaguje již delší dobu. Výsledkem jsou ale zatím jen poměrně malé plochy těchto plantáží, přibližně jen 80 - 150 ha v celé ČR. Příčin

malého rozšíření těchto ploch je několik, ale nejdůležitější je zřejmě potřeba speciální, poměrně drahé mechanizace, která u nás zatím není k dispozici. Podstatně důležitější jsou proto rostliny nedřevní, bylinného charakteru, které lze pěstovat na poli jako jiné běžné plodiny. Také techniku lze využívat stejnou, jakou se obdělávají tradiční zemědělské rostliny. Z přehledu, který byl zpracován v rámci CZ Biom v roce 2003 vyplývá, že je třeba energetickou biomasu zajistit téměř z poloviny (47,1 %) cíleným pěstováním energetických rostlin. Dále je uvedeno, že by bylo možné získat z biomasy celkem 133 PJ (1 petajoul = $1 \cdot 10^{15}$ joulů) energie. Výhodou získávání biomasy z energetických rostlin je v ČR rovněž dostatek tzv. „přebytečné“ půdy, která není nezbytná pro potravinářskou produkci, jak je vidět na uvedeném přehledu (Tab. 2). [4]

Tab. 2: Zemědělská půda - zdroj MZe (z r. 2000)

Plochy ZP potřebné pro produkci základních potravin	
Orná půda	2626 tis. ha
Louky a pastviny	422 tis. ha
Kultury na zemědělské půdě	75 tis. ha
Zemědělská půda celkem	3 123 tis. ha
Volné plochy pro další využití	
Orná půda	465 tis. ha
Louky a pastviny	523 tis. ha

Pro cílené pěstování energetických rostlin v polních kulturách je vhodné využívat především ornou půdu a v žádném případě nerušit stávající trvalé travní porosty, jako jsou louky a pastviny. Téměř půl milionu hektarů orné půdy je dostatečná plocha pro pěstování nejrůznějších druhů nepotravinářských plodin pro průmyslové využití, ale i pro výrobu bioplynu a bionafty, a také pro pěstování energetické biomasy využívané pro vytápění a výrobu elektřiny.

Vývoj pěstování výmladkových plantáží RRD v ČR byl v uplynulých 7-10 letech ovlivňován některými příznivými i nepříznivými trendy v důsledku nejednoznačných rezortních politik (zejména MZe, MŽP a MPO), které neumožnily dostatečný rozvoj pěstební plochy (dnes cca 150 ha) nutné k využití efektivních pěstebních technologií. Mezi hlavní příznivé trendy je možno zařadit dotační podporu pro zakládání porostů, zpřesňování metodiky pěstování i sortimentu a rostoucí poptávku po štěpce. Mezi hlavní bariéry patřila povinnost vyjímání půdy ze zemědělského půdního fondu, povinnost dlouhodobých pronájmů půdy, nezkušenost a konzervativismus zemědělců a v neposlední řadě poměrně vysoké dotace na pěstování tradičních plodin. Výsledkem působení těchto trendů byl poměrně pomalý nárůst

pěstební plochy, která nedosáhla kritické rozlohy pro přechod na efektivní pěstební technologie (zejména pro sázení, sklizeň). Také poslední vývoj (2006–2007) a zejména proces ratifikace nových dotačních titulů v rámci programu EAFRD (2007–2013) pokračuje v trendu nejednoznačnosti podpory rychle rostoucím dřevinám, který může vést ke ztrátě zájmu o tento jinak perspektivní způsob zemědělského hospodaření v ČR. [4]

1.4.1 Obnovitelné zdroje v ČR

V roce 2007 připravilo oddělení surovinové a energetické statistiky Ministerstva průmyslu a obchodu souhrnný statistický přehled o využívání obnovitelných zdrojů energie (OZE) v ČR v roce 2006. Z publikované zprávy vyplývá, že hrubá výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů činila v roce 2006 celkem 3 519 GWh, čímž se podílela z 4,9 % na tuzemské hrubé spotřebě elektřiny. Na celkové tuzemské hrubé výrobě elektřiny se hrubá výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů podílela 4,2 %. Nárůst výroby elektřiny v roce 2006 oproti předchozím rokům byl dosažen především díky vyšší výrobě ve vodních elektrárnách vzhledem k příznivějším hydrologickým podmínkám. Vyšší byla také výroba elektřiny z biomasy. Je pozitivní, že se zvyšuje podíl rostlinných materiálů využitých k výrobě elektřiny (energetické rostliny, pelety), zatím ale činí pouze 15 % hmotnosti celkové vsázky (vsázka= suroviny, popřípadě i tuhá paliva, zavážená ve vhodném poměru do spalovacího zařízení). Výroba elektřiny z bioplynu má stabilně rostoucí trend a to především díky novým instalacím pro využití skládkového plynu. V roce 2006 bylo zprovozněno i několik nových bioplynových stanic využívajících především zemědělské odpady. K významnému rozvoji došlo při výstavbě větrných elektráren. Fotovoltaické systémy mají, přes prudce rostoucí instalovaný výkon, stále pouze malý podíl na celkové výrobě elektřiny z OZE. [4] [10]

Tab. 3: Vývoj hrubé výroby elektřiny podle jednotlivých typů OZE (MWh)

	2003	2004	2005	2006
Vodní elektrárny	1 383 467	2 019 400	2 379 910	2 550 700
Biomasa celkem	372 972	564 546	560 252	731 066
Bioplyn celkem	107 856	138 793	160 857	175 837
Tuhé komunální odpady (BRKO)	9 588	10 031	10 612	11 264
Větrné elektrárny	3 900	9 871	21 442	49 400
Fotovoltaické systémy (odhad)	b.d.	cca 300	390	540
Kapalná biopaliva	0	0	0	22
Celkem	1 877 783	2 742 941	3 133 463	3 518 830

Využívání **biomasy** jako obnovitelného zdroje energie není v ČR malé. V roce 2005 se ČR zařadila v absolutní spotřebě biomasy k energetickým účelům na 9. místo v EU. Po

přepočtu na jednoho obyvatele jsme na 11. místě s 0,143 toe/obyv. (tun ropného ekvivalentu/obyvatele), přičemž průměr EU je nižší a činí 0,127 toe/obyv.

V roce 2006 došlo k zásadnímu meziročnímu zvýšení výroby elektřiny z biomasy z 560 GWh na 731 GWh. Zčásti je to také tím, že přibyli noví výrobci (veřejné teplárny) spalující biomasu s uhlím. Výroba byla statisticky sledována u 19 výrobců oproti 15 v předchozím roce. Z celkových 731 GWh bylo při spoluspalování s uhlím vyrobeno 349 GWh a dalších 373 GWh bylo vyrobeno ve velkých závodních teplárnách. Nové tzv. bio-teplárny (elektrárny) vyrobily pouze 9 GWh. Vedle „tradičních“ paliv - dřevního odpadu, pilin a štěrky (250 tisíc tun) a celulózových výluhů (185 tisíc tun) byla v roce 2006 zaznamenána zvýšená spotřeba neaglomerované rostlinné hmoty (62 tisíc tun) i pelet a briket z rostlinných materiálů (16 tisíc tun). V roce 2006 bylo k výrobě elektřiny celkem použito 512 tisíc tun biomasy, což je podstatně více než v roce 2005 (389 tisíc tun). Nárůst spotřeby kategorie dřevního odpadu, pilin a štěrky činil 60 tisíc tun. Nově byla zahájena výroba elektřiny spoluspalováním s uhlím např. v teplárnách v Otrokovicích a Písku.

Výrobu tepelné energie z biomasy bylo zjištěno u 1 394 firem ze zhruba 40 tisíc sledovaných subjektů. V roce 2006 bylo v těchto firmách vyrobeno z biomasy celkem 16 PJ tepelné energie, z čehož 91 % bylo využito ve vlastním závodě (počítáno včetně ztrát) a 9 % bylo prodáno třetím osobám. Energie obsažená v biomase využitá v roce 2006 k výrobě tepla činila 20 PJ. Z hlediska typu biomasy jsou pro výrobu tepla nejvíce využívány celulózové výluhy (necelých 900 tisíc tun). Následuje kategorie „dřevní odpad, piliny, kůra, štěrky, zbytky po lesní těžbě“. Biomasy tohoto typu bylo prokazatelně spotřebováno zhruba 881 tisíc tun. To je o necelých 30 tisíc tun více než v roce 2005. Překvapivý je stále nízký podíl energeticky využívaných neaglomerovaných rostlinných materiálů, který činí pouze 12 tisíc tun (což je jen o dva tisíce tun více než v roce 2005). Přestože je pro výrobu tepla předpokládán největší potenciál právě v této surovině, vývoj za poslední čtyři roky naznačuje jen pozvolný náběh jejího využívání.

Prudce narůstají vývozy biomasy vhodné k energetickým účelům. Zatímco v letech 2004 a 2005 bylo vyvezeno 320 až 330 tisíc tun, v roce 2006 to bylo už 516 tisíc tun. Především v případě dřevních pelet je prakticky celá produkce vyvezena do zahraničí. To je dáno tamní, stabilně vyšší prodejní cenou.

Tab. 4: Energetické využití biomasy v roce 2006 (tuny)

Palivo	Na výrobu elektřiny	Na výrobu tepla	Celkem
Dřevní odp., štěpka, piliny atd.	250 150	881 457	1 131 607
Palivové dřevo	-	54 102	54 102
Rostlinné materiály	62 146	12 307	74 453
Brikety a pelety	15 519	8 134	23 653
Celulózové výluhy	184 619	883 578	1 068 197
Celkem	512 435	1 839 578	2 352 012
Odhad spotřeby dřeva v domácnostech			3 087 549
Vývoz biomasy vhodné k energetickým účelům			516 455
Celkem energeticky využitá, či vyvezená biomasa			5 956 016

Výroba **dřevních briket** se v České republice rozvíjí od počátku 90. let a výroba pelet pak od druhé poloviny 90. let. Od roku 2004 prudce narůstá výroba „alternativních“ rostlinných pelet ze zemědělských odpadů a slámy (především výroba pelet Ekover). Na trhu se v roce 2006 nově objevily dřevní brikety ze Slovenska, Polska a Rakouska. Výroba briket a pelet z ostatních materiálů (konopí, záměrně pěstované energetické rostliny) je stále nevýznamná, roste však využívání pelet z triticales (žitovec, mezirodový kříženec mezi pšenicí a žitem). Pokusů o výrobu alternativních pelet je více (tedy nejen Ekover) a to z nejrůznějších surovin. Na druhou stranu se ale objevují informace o konkrétních problémech se spalováním těchto paliv, zapříčiněných jejich špatnou kvalitou, nebo použitím nevhodného kotle. V roce 2006 bylo v rámci statistiky MPO bilancováno 56 firem vyrábějících brikety a 37 firem vyrábějících pelety. Byla zjištěna výroba briket a pelet z biomasy ve výši cca 167 tisíc tun, přičemž je odhadováno, že skutečná výroba může být ještě o 10-20 tisíc tun vyšší. Více jak 100 tisíc tun těchto ekologických paliv bylo vyvezeno do ciziny, především do Rakouska a Německa. Podstatně vzrostla dodávka pelet na tuzemský trh, což je dáno zahájením masivní výroby rostlinných pelet. Z celkového množství 53 283 tun vyrobených pelet byla zjištěna produkce dřevních pelet ve výši 26 868 tun, z toho bylo 24 124 tun vyvezeno. Odhadovaná spotřeba dřevních pelet v domácnostech a malých firmách tak činila pouze 2 344 tun. Kapacita výrobních linek na výrobu dřevních pelet činila v roce 2006 celkem 38 950 tun za rok. Vedle toho bylo vyrobeno 26 415 tun rostlinných pelet, těch však bylo přes 20 tisíc tun spotřebováno ve velkých firmách, především na výrobu elektřiny. Tato spotřeba meziročně vzrostla z 2 726 tun na 15 518 tun. Výhradně se jednalo o aglomeráty z rostlinných materiálů. Spotřeba v domácnostech a malých firmách je odhadována pouze na necelých 7 855 tun. Zvláště objem dodaných pelet se zdá být nedostatečným vzhledem k rostoucí poptávce po automatických kotlích na biomasu (jenom v roce 2006 prodáno nejméně 652 kusů).

Při výrobě **bioplynu** je v České republice tradičně ve velké míře využívána anaerobní stabilizace kalů jako součást technologie komunálních čistíren odpadních vod. Bioplyn zde

vyrobený je především používán pro vlastní potřebu provozů (vyhřívání reaktorů, vytápění objektů, ohřev teplé vody). Velmi dramatický rozvoj zažívá v současné době výstavba bioplynových stanic. Ta svoji dynamikou předčila i rozvoj využívání skládkového plynu, který byl dominantní zvláště v předchozích letech. Ke konci roku 2006 bylo v provozu 59 čistíren odpadních vod s technologií anaerobní stabilizace kalů, 14 bioplynových stanic a na 23 skládkách komunálního odpadu byl energeticky využíván jímáný skládkový plyn. V roce 2006 bylo k energetickým účelům využito 123 milionů m³ bioplynu, což je o 14 % více než v loňském roce (108 milionů m³). Nejvíce se na tomto nárůstu podílela produkce bioplynových stanic, kde objem vyrobeného bioplynu vzrostl na 15 milionů m³. Celkem bylo vyrobeno 176 GWh elektrické energie. Pro výrobu elektřiny bylo využito 165 pístových motorů, z toho 111 pracovalo v kogeneračním režimu. Elektřina byla z 57 % dodána do veřejné sítě. Tento podíl je prakticky stejný jako v předchozích letech. Nejvýznamnějšími projekty realizovanými v roce 2006 byly zemědělské a kofermentační bioplynové stanice Velký Karlov, Kněžice, Klokočov a průmyslová bioplynová stanice Tanex Vladislav. Významným problémem, na který upozorňuje i sdružení CZ BIOM, je zápach z některých stanic. Ten je u stávajících bioplynových stanic nepříjemný a velmi negativně ovlivňuje veřejné mínění při realizaci nových projektů. [10][4]

1.4.2 Cena energie z biomasy v ČR

Energetický regulační úřad (ERÚ) vydal cenové rozhodnutí č. 7/2007, kterým stanovuje podporu pro výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů energie (OZE), tedy i pro elektřinu vyrobenou z biomasy a z bioplynu. Tato podpora je založena na výkupních cenách, respektive na tzv. zelených bonusech a její výše se stanovuje pro každý druh obnovitelného zdroje energie odlišně podle jeho ekonomických parametrů. Ve všech případech je vyšší, než je tržní cena elektřiny z neobnovitelných zdrojů (z uhelných a jaderných elektráren). Právě tato podpora má podle zákona č.180/2005 Sb. sloužit jako nejdůležitější nástroj ke zvyšování podílu výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů. V případě bioplynu vzrostla výkupní cena ze 3,04 Kč/kWh v roce 2007 na 3,90 Kč/kWh, respektive na 3,30 Kč/kWh pro rok 2008, a to v závislosti na druhu biomasy, ze které bude elektřina v bioplynové stanici vyrobena. Vyšší výkupní cena 3,90 Kč/kWh může být uplatněna pouze v případě, že elektřina bude vyrobena nejen z tzv. zemědělské biomasy (neboli speciálně určené biomasy), ale zároveň více než 50 % ze zpracovaných vstupů budou tvořit rostliny ze zemědělské činnosti. V praxi to znamená, že většinu zpracovávaných vstupů tedy musí tvořit například kukuřičná siláž nebo senáž z trvalých travních porostů, s jejichž pěstováním, zpracováním a skladováním jsou

spojeny vysoké náklady. Tato výkupní cena je dle metodiky ERÚ stanovena tak, aby byla zajištěna ekonomická návratnost typického projektu nejdříve v patnáctém roce provozu. Současně byla výroba elektřiny z bioplynu kategorizována do dvou skupin, které lze zjednodušeně rozlišit na zemědělskou biomasu a ostatní biomasu. [5]

1.4.3 Dotace na pěstování energetických plodin v ČR

V roce 2007 bylo možné čerpat národní dotaci na pěstování speciálních energetických bylin, která činila až 3000 korun na hektar. Oproti minulým letům, kdy směřovala především na plochy šťovíku, byla o tisíc korun na hektar vyšší. Tuto dotaci na energetické plodiny může dostat také ten, kdo požádá o dotaci na založení porostů rychle rostoucích dřevin pro energetické využití. Od roku 2008 mohou o dotace na energetické plodiny žádat také zemědělci, kteří je zpracují sami na farmě. Od roku 2008 vstoupila v účinnost novela příslušného nařízení Evropské komise, která výrazně zjednodušuje systém využívání energetických plodin na farmě. [11][10]

Od roku 2007 mohou také čeští pěstitelé energetických plodin získat podporu až 45 eur na hektar. Doposud ji dostávali pouze zemědělci z původních členských zemí Evropské unie. Dotace, kterou plně hradí EU, má přispět ke zvýšení objemu biomasy využívané k výrobě energie. O podporu se může ucházet pěstitel na Státním zemědělském intervenčním fondu (SZIF), a to současně se žádostí o další platby (zjednodušená přímá platba na plochu a vyrovnávací příspěvek pro méně příznivé oblasti). Zároveň musí smlouvou doložit, že má zajištěný odběr energetické plodiny nákupcím, popřípadě prvním zpracovatelem. Tento odběratel je, podobně jako v jiných zemích evropské patnáctky, které uplatňují tzv. uhlíkový kredit, povinen složit u fondu nejpozději v den podání žádosti jistotu, vypočtenou pro každou surovinu na základě částky 60 eur na hektar plochy, která je předmětem smlouvy. V okamžiku, kdy SZIF obdrží doklad, že dotyčná energetická plodina byla zpracována na konečné energetické produkty, jistinu vrátí. Neskládá se v případě, pokud nepřesáhne 500 eur. Vzhledem k tomu, že jde o zcela novou podporu a žadatelé i odběratelé budou muset splnit předepsané podmínky, je obtížné odhadnout zájem pěstitelů. Očekává se, že dotace bude směřovat nejméně na 50 tisíc hektarů. [10][11]

Další dotací, kterou lze získat, je dotace na zakládání plantáží rychle rostoucích dřevin pro energetické účely. Základní podmínky poskytnutí dotace řeší nařízení vlády č. 308/2004 Sb., o stanovení některých podmínek pro poskytování dotací na zalesňování zemědělské půdy a na založení porostů rychle rostoucích dřevin na zemědělské půdě,

určených pro energetické využití (předpis nabyl účinnosti 24. 5. 2004). Problematicke založení porostů rychle rostoucích dřevin se věnuje Část třetí, která upravuje podmínky poskytování dotace. Dotace se poskytuje na založení produkčního porostu rychle rostoucích dřevin, určeného k produkci biomasy pro energetické využití, sklízeného ve tříletých až šestiletých intervalech a pěstovaného po dobu nejméně 15 let. Výše dotace na založení produkčního porostu rychle rostoucích dřevin upravuje § 13, odst. 2, písm. a), který praví, že dotace činí 60 000 Kč na hektar u produkčního porostu a 75 000 Kč/ha u reprodukčního porostu RRD. Výčet dřevin pro výsadbu porostu upravuje Věstník MZe ČR. Dotace v rámci programu na podporu založení porostu RRD se poskytuje pouze na zemědělský pozemek, který je součástí půdního bloku, nebo dílu půdního bloku vedeného v evidenci půdy (LPIS), má evidovanou kulturu „orná půda“ nebo „travní porost“ a dosahuje výměry alespoň 0,5 ha u produkčního porostu RRD, nebo dosahuje výměry alespoň 0,25 ha u reprodukčního porostu RRD. [10][11]

2 Problematika hodnocení ekonomické efektivity investice

Při vypracování této bakalářské práce bylo potřeba seznámit se s ekonomickou teorií a principy manažerské ekonomiky a posléze vhodně aplikovat dané vzorce a vztahy tak, aby získané hodnoty měly co největší vypovídací hodnotu. Potřebnými okruhy ekonomické teorie jsou

- problematika sestavení nákladových modelů,
- sestavení peněžního toku cash flow,
- problematika odpisů a jejich vyčíslení a
- aplikace manažerského přístupu při rozhodování o investicích. [6]

2.1 Nákladový model

Nákladové modely jsou zjednodušeným zobrazením ekonomiky reálného výrobního procesu. Slouží k získání informací o ekonomické náročnosti procesu a jako podklad k jeho efektivnímu řízení. Na náklady procesu působí celé řada činitelů, například rozsah procesu, objem a struktura produkce, ceny výrobních činitelů, mzdové náklady a úroveň výrobního procesu. Nákladový model by měl být sestaven tak, aby byl schopen vyčíslit celkovou výši nákladů v závislosti na intenzitě procesu, resp. na objemu výroby. Z tohoto důvodu při konstrukci nákladového modelu rozlišujeme nákladové položky fixních (FC) a variabilních (VC) nákladů. [7][15]

Fixní náklady jsou takové náklady, které se nemění s rozsahem podnikatelské činnosti (výroby) a existují i tehdy, když se „nepodniká“, což vede k požadavkům na maximální využití dané kapacity. Jsou vyvolané potřebou zajištění podmínek pro efektivní průběh podnikatelského procesu. Mezi variabilní náklady patří takové náklady, které se mění s rozsahem výrobní (obchodní) činnosti. [7][15]

2.2 Cash flow

Cash flow (CF) neboli peněžní tok je rozdíl mezi běžnými příjmy a běžnými výdaji podniku za určité časové období. Jinými slovy představuje ukazatel charakterizující přísun prostředků z podnikových operací a vypovídá tak o likviditě a finanční situaci podniku. Cash flow si každý podnik musí pozorně plánovat a sledovat, jinak se může dostat do vážných finančních problémů, přestože je celková bilance firmy dobrá.

Cash flow je tokově orientovaná veličina. Určuje se buďto nepřímo pomocí vzorce:

$$CF = \text{zisk} + \text{odpisy} - \text{výnosy, které nepředstavují peněžní výdaj}$$

anebo přímo, kde:

$$CF = \text{výnosy, které představují peněžní příjem} - \text{účetní náklady, které představují zároveň peněžní výdaj}$$

Podle české terminologie se Cash flow oficiálně vykazuje v tzv. Přehledu o peněžních tocích (obr. 4 a 5). Cash flow je pouze přírůstek nebo úbytek peněz, popsán je pomocí výkazu cash flow, který obvykle mívá formu tabulky. Jak má vypadat Přehled o peněžních tocích je určeno v Českém účetním standardu č. 23 pro účetní jednotky, které účtují podle vyhlášky č. 500/2002 Sb. Cílem tohoto standardu je určit základní postupy při sestavování přehledu o peněžních tocích za účelem docílení souladu při používání účetních metod účetními jednotkami. [23][14][15]

Přehled o peněžních tocích (cash-flow)		Obchodní firma nebo jiný název účetní jednotky	
sestaveno v tis. Kč			
Označení	Text	Skutečnost v účetním období	
		Sledovaném	minulém
P.	Stav peněžních prostředků a peněžních ekvivalentů na začátku účetního období	0	0
Z.	Účetní zisk nebo ztráta z běžné činnosti před zdaněním	0	0
A.1.	Úpravy o nepeněžní operace	0	0
A.1.1.	Odpisy stálých aktiv (+) s výjimkou zůstatkové ceny prodaných stálých aktiv Umořování opravné položky k nabytému majetku (+/-)	0	0
A.1.2.	Změna stavu opravných položek, změna stavu rezerv	0	0
A.1.3.	Zisk (ztráta) z prodeje stálých aktiv (-/+)	0	0
A.1.4.	Výnosy z dividend a podílů na zisku (-) (s výjimkou investičních. spol. a fondů)	0	0
A.1.5.	Vyúčtované nákladové úroky (s výjimkou kapitalizovaných úroků) (+) Vyúčtované výnosové úroky (-)	0	0
A.1.6.	Případné úpravy o ostatní nepeněžní operace	0	0
A*	Čistý peněžní tok z provozní činnosti před zdaněním, změnami pracovního kapitálu a mimořádnými položkami	0	0
A.2.	Změny stavu nepeněžních složek pracovního kapitálu	0	0
A.2.1.	Změna stavu pohledávek z provozní činnosti (+/-), aktivní účtů časového rozlišení a dohadných účtů aktivních	0	0
A.2.2.	Změna stavu krátkodobých závazků z provozní činnosti (+/-) pasivních účtů časového rozlišení a dohadných účtů pasivních	0	0
A.2.3.	Změna stavu zásob (+/-)	0	0
A.2.4.	Změna stavu krátkodobého finančního majetku nespádajícího do peněžních prostředků a ekvivalentů	0	0
A**	Čistý peněžní tok z provozní činnosti před zdaněním a mimořádnými položkami	0	0
A.3.	Vyplacené úroky s výjimkou kapitalizovaných úroků (-)	0	0
A.4.	Přijaté úroky (s výjimkou investičních společností a fondů) (+)	0	0
A.5.	Zaplacená daň z příjmu za běžnou činnost a za doměrky daně za minulá období (-)	0	0
A.6.	Mimořádný výsledek hospodaření	0	0
A.7.	Přijaté dividendy a podíly na zisku (+)	0	0

Obr. 4: Přehled o peněžních tocích (cash flow) – 1. část

Označení	Text	Skutečnost v účetním období	
		Sledovaném	minulém
A***	Čistý peněžní tok z provozní činnosti	0	0
B.1.	Výdaje spojené s nabytím stálých aktiv	0	0
B.2.	Příjmy z prodeje stálých aktiv	0	0
B.3.	Půjčky a úvěry spřízněným osobám	0	0
B***	Čistý peněžní tok vztahující se k investiční činnosti	0	0
C.1.	Dopady změn dlouhodobých závazků, popř. takových krátkodobých závazků, které spadají do oblasti finanční činnosti (např. některé provozní úvěry) na peněžní prostředky a ekvivalenty	0	0
C.2.	Dopady změn vlastního kapitálu na peněžní prostředky a na peněžní ekvivalenty	0	0
C.2.1.	Zvýšení peněžních prostředků a peněžních ekvivalentů z titulu zvýšení základního kapitálu, emisního ážia, ev. rezervních fondů, včetně složených záloh na toto zvýšení (+)	0	0
C.2.2.	Vyplacení podílu na vlastním kapitálu společníkům (-)	0	0
C.2.3.	Další vklady peněžních prostředků společníků a akcionářů	0	0
C.2.4.	Úhrada ztráty společníky (+)	0	0
C.2.5.	Přímé platby na vrub fondů (-)	0	0
C.2.6.	Vyplacené dividendy nebo podíly na zisku včetně zaplacené srážkové daně vztahující se k těmto nárokům a včetně finančního vypořádání se společníky v. o. s. a komplementáři u k. s. (-)	0	0
C***	Čistý peněžní tok vztahující se k finanční činnosti	0	0
F.	Čisté zvýšení, resp. snížení peněžních prostředků	0	0
R.	Stav peněžních prostředků a peněžních ekvivalentů na konci účetního období	0	0

Sestaveno dne:		Podpisový záznam statutárního orgánu účetní jednotky nebo podpisový záznam fyzické osoby, která je účetní jednotkou
Právní forma účetní jednotky	Předmět podnikání	Pozn.:

Obr. 5: Přehled o peněžních tocích (cash flow) – 2. část

2.3 Odpisy

Odpisy jsou peněžním vyjádřením postupného opotřebovávání hmotného a nehmotného investičního majetku za určité období. Mají dvě hlavní funkce: postupný přenos hodnoty investičního majetku do nákladů (tím se snižuje hodnota stálých aktiv v rozvaze) a postupné shromažďování prostředků pro obnovu tohoto majetku. Částku odpisů jakožto důležitý interní finanční zdroj musí podnik získat z tržeb. Rozeznávají se účetní (kalkulační) a daňové (finanční) odpisy.

Účetní odpisy by měly zachycovat skutečnou výši opotřebování majetku v běžných podmínkách používání. Podniky si určují odpisový plán samy, odpisuje se zpravidla měsíčně. Tyto odpisy se používají při výpočtu zůstatkové hodnoty stálých aktiv v rozvaze.

Daňové odpisy jsou vymezeny zákonem o dani z příjmu jako odpočitatelná položka z daňového základu. Stanovují se ročně podle zákonem určených pravidel. Existuje šest odpisových skupin majetku s určenými počty let odepisování. Firma při pořízení

dlouhodobého majetku zvolí jednu ze dvou metod, rovnoměrné odepisování nebo zrychlené odepisování. Tuto zvolenou metodu musí dodržet do konce odepisování (v průběhu let odepisování změna není možná). Zákon umožňuje odepisování přerušit a pokračovat až podle rozhodnutí podnikatele. Daňoví odborníci však přerušování nedoporučují. V případě technického zhodnocení dlouhodobého majetku (přístavba, rekonstrukce, generální oprava stroje, zabudování klimatizace do auta apod. dražší než 40 000 Kč v jednom kalendářním roce) se zvyšuje hodnota dlouhodobého majetku a odpisy se provádějí ze zvýšené ceny. V příloze zákona o dani z příjmu jsou jednotlivé druhy hmotného i nehmotného dlouhodobého majetku rozděleny do 6 odpisových skupin podle délky doby odepisování:

Odpisová skupina 1 - doba odpisu 3 roky - hovězí dobytek plemenný, kancelářské a školní potřeby plastové, kancelářské stroje, ruční mechanizované nářadí a nástroje apod.

Odpisová skupina 2 - doba odpisu 5 let - motorová vozidla (od 1. 1. 2008), koně, koberce, cisterny, čerpadla, transportní zařízení, prodejní automaty, traktory, stroje, letadla a kosmické lodě, kolotoče a poutňové atrakce, lešení, trolejbusy, nákladní auta apod.

Odpisová skupina 3 - doba odpisu 10 let - prefabrikované prostorové buňky z betonu, trezory, dekorativní sochy kovové, turbíny, výtahy, lodě, železniční lokomotivy, tramvaje, vozy metra, skleníky apod.

Odpisová skupina 4 - doba odpisu 20 let - domy a budovy ze dřeva a plastů, tribuny stadiónů ze dřeva a plastů, bazény ze dřeva a plastů, průmyslové komíny, vodovody a kanalizace apod.

Odpisová skupina 6 - doba odpisu 50 let - budovy hotelů, obchodních domů, muzea, školy atd. [7][14][15]

2.3.1 Rovnoměrné odepisování

Rovnoměrné (lineární) odpisy jsou jednou z metod daňových odpisů a jejich výpočet upravuje zákon o dani z příjmu. K výpočtu se využívá vzorec, do nějž se doplní potřebné údaje o vstupní ceně odepisovaného majetku a sazba z tabulky, podle toho, do které odpisové skupiny je zařazen konkrétní odepisovaný dlouhodobý majetek a kterým rokem je odepisování prováděno. Jiné sazby jsou v prvním roce odepisování a jiné v ostatních letech

odepisování. V případě technického zhodnocení se využije sazba z posledního sloupce tabulky pro zvýšenou vstupní cenu. [7][14][15]

$$\text{roční odpis} = \frac{\text{vstupní cena} * \text{sazba z tabulky}}{100}$$

Obr. 6: Vzorec pro výpočet ročního odpisu při rovnoměrném odepisování

Tab. 5: Roční odpisová sazba pro rovnoměrném odepisování

Odpisová skupina	Prvním rok odepisování	Další roky odepisování	Pro zvýšenou vstupní cenu
1	20	40	33,3
2	11	22,25	20
3	5,5	10,5	10
4	2,15	5,15	5
5	1,4	3,4	3,4
6	1,02	2,02	2

2.3.2 Zrychlené odepisování

Zrychlené (degresivní) odepisování je jednou z metod výpočtu daňových odpisů a je upraveno zákonem o dani z příjmu. Jinak se vypočítává odpis v prvním roce odepisování a jinak v dalších letech. K výpočtu musíme znát vstupní cenu, v dalších letech zůstatkovou cenu (vstupní cena mínus provedené odpisy) a koeficienty z tabulky, které vybereme podle zařazení konkrétního odepisovaného dlouhodobého majetku do jedné z odpisových skupin. [7][14][15]

$$\text{odpis v 1. roce} = \frac{\text{vstupní cena}}{\text{koeficient z tabulky}} \quad \text{odpis v dalších letech} = \frac{2 * \text{zůstatková cena}}{\text{koeficient z tabulky} - n}$$

Obr. 7: Vzorec pro výpočet ročního odpisu při zrychleném odepisování

Tab. 6: Roční odpisová sazba pro zrychlené odepisování

Odpisová skupina	Prvním rok odepisování	Další roky odepisování	Pro zvýšenou vstupní cenu
1	3	4	3
2	5	6	5
3	10	11	10
4	20	21	20
5	30	31	30
6	50	51	50

2.4 Metody investičního rozhodování

Investice podniku jsou peněžní výdaje, u nichž se očekává jejich přeměna na budoucí peněžní příjmy během časového období delšího než 1 rok. Určení očekávaných peněžních příjmů je velmi obtížné, neboť závisí na mnoha faktorech. Je to zejména cenová úroveň výrobků vyráběných novou investicí, vliv inflace, vliv zdanění atd. Investiční rozhodování u nefinančních podniků spočívá především v rozhodování o obnově a rozšíření investičního majetku, v menší míře jde o investování do finančního majetku, do trvalého přírůstku oběžného majetku a do reklamy a výchovy pracovníků. Pro investiční činnost je typická jeho dlouhodobost. Je při něm nezbytné počítat s faktorem času, s rizikem změn po dobu plánování i realizace daného investičního projektu. Pro investiční plánování je velmi důležitá komplexní znalost vnitřních i vnějších podmínek, za kterých se investice uskutečňuje a ve kterých bude působit. Metodami pro hodnocení efektivnosti investičních projektů jsou Čistá současná hodnota (ČSH), Vnitřní výnosové procento (VV%) a Doba návratnosti (DN) investice. Jak čistá současná hodnota, tak vnitřní výnosové procento vedou při výběru investičních variant většinou ke stejným výsledkům, ale základním problémem jejich praktické aplikace je reálnost vstupních údajů. [6][15]

2.4.1 Doba návratnosti

Doba návratnosti (DN) je statickým způsobem hodnocení investičních projektů. Je to doba, za kterou se vrátí peněžní prostředky z investice. Stanoví se tak, že se peněžní příjmy z investice kumulativně sčítají a rok, v němž se kumulativní souhrn příjmů rovná investičním nákladům, ukazuje hledanou dobu návratnosti. Prostá doba návratnosti je nejjednodušší, nejméně vhodné, ale zároveň velice často užívané ekonomické kritérium. Největší nevýhodou tohoto kritéria je, že zanedbává efekty po době návratnosti a také zanedbává fakt, že peníze můžeme vložit do jiných investičních příležitostí. DN preferuje varianty s kratší životností,

i když jsou méně efektivní. Tato i ostatní uvedené nevýhody mohou vést k nesprávnému rozhodování a výběru variant. Standardně se prostá doba návratnosti počítá podle uvedeného vzorce. [6][15]

$$T_s = \frac{\text{investiční náklady}}{\text{roční peněžní toky}}$$

Obr. 8: Vzorec pro výpočet doby návratnosti

Tento vzorec ovšem neumožňuje počítat s rozdílnými peněžními toky (cash flow) v jednotlivých letech. Tato nevýhoda bývá ve finanční kalkulaci odstraněna použitím zvláštního algoritmu. Tento algoritmus nevrací desetinné číslo jako klasický vzorec (např. 5,5 roku), ale pouze celočíselný údaj, neboli rok, ve kterém se počáteční investice splatí. [6][15]

2.4.2 Čistá současná hodnota

Čistá současná hodnota (ČSH, nebo také NPV) představuje rozdíl mezi diskontovanými peněžními příjmy z určité činnosti a výdaji na tuto činnost. Zdůrazňuje nejen výši peněžních příjmů a výdajů, ale i jejich časové rozložení během určité doby. V dnešní době je jedním z nejvhodnějších kritérií, protože je v ní zahrnuta celá doba životnosti projektu, i možnost investování do jiného stejně rizikového projektu. Je to teoreticky nejpresnější metoda investičního rozhodování, založená na respektování faktoru času pomocí diskontního počtu. Varianta investic, která má vyšší aktualizovanou hodnotu, je považována za výhodnější. Všechny varianty s čistou současnou hodnotou vyšší než 0 jsou přípustné, protože přinášejí příjem alespoň ve výši úroku. Podnik by měl investovat jen do těch činností, kde je čistá současná hodnota pozitivní neboli větší než 0. [6][15]

$$NPV = \sum_{t=0}^T CF_t \times 1(+r)^{-t}$$

CF_t tok hotovosti v čase t
 r diskontní sazba

Obr. 9: Vzorec pro výpočet čisté současné hodnoty

2.4.3 Vnitřní výnosové procento

Vnitřní výnosové procento (VV%) je dynamická metoda hodnocení efektivnosti investičních projektů. Vyjadřuje trvalý roční výnos investice. Můžeme jej definovat jako takovou úrokovou míru, při které se současná hodnota peněžních příjmů z investice rovná kapitálovým výdajům (nebo současné hodnotě kapitálových výdajů). Zatímco u ČSH se počítá s předem vybranou úrokovou mírou jako minimální požadovanou efektivnosti, u vnitřního výnosového procenta úrokovou míru naopak hledáme. Podle vnitřního výnosového procenta jsou za přijatelné investiční projekty považovány ty, které vyjadřují vyšší úrok než je požadovaná minimální výnosnost z investice. Požadovaná minimální výnosnost se odvozuje od výnosnosti dosahované na kapitálovém trhu. Při srovnávání různých variant investičních projektů platí, že ta varianta, která vykazuje větší VV%, je vhodnější. [6][15][22]

$$VVP = i_n + (\dot{C}SH_n / (\dot{C}SH_n - \dot{C}SH_v)) \cdot (i_v - i_n)$$

i_n nižší úroková míra

i_v vyšší úroková míra

$\dot{C}SH_n$ čistá současná hodnota při nižší úrokové míře

$\dot{C}SH_v$ čistá současná hodnota při vyšší úrokové míře

Obr. 10: Vzorec pro výpočet vnitřního výnosového procenta

2.4.4 Analýza citlivosti

Analýza citlivosti je nástrojem pro analýzu rizika investičního projektu. Podstatou analýzy citlivosti je zjišťování dopadu izolovaných změn jednotlivých faktorů rizika, spojených s realizací investice, na kritéria hodnocení investičního projektu (VV%, ČSH), zatímco ostatní faktory zůstávají na jejich předpokládané úrovni. Jejím cílem je identifikovat faktory, jejichž negativní změny nejvíce negativně ovlivní peněžní příjem z investice.

Určitou nedokonalostí citlivostní analýzy je omezení spočívající v tom, že zjišťuje pouze dopady izolovaných změn faktorů rizika na projekt. V reálném životě se však obvykle mění současně více rizikových faktorů. [6][15]

3 Popis vypracovaných modelů

V rámci mé bakalářské práce byly vypracovány dva nákladové modely, a to model pěstování konopí setého a model pěstování rychle rostoucích dřeviny (japonského topolu). Modely obsahují všechny procesy, které jsou nutné při pěstování těchto plodin. Jednotlivé položky nákladů jsou určeny na základě fyzického rozsahu jednotlivých procesů, podle již dříve vypracovaných modelů, podle tabulkových hodnot určujících normované náklady na jednotlivé činnosti, na základě průzkumu trhu (např. cena ochranných prostředků před škůdci) i přímým dotazováním zemědělců (např. potřebná četnost hnojení v jednotlivých letech). Do nákladů na projekt byly zahrnuty všechny položky podílející se na realizaci projektu, včetně ocenění lidské práce a započítání nákladů souvisejících s nákupem a údržbou zařízení a vybavení (budovy, strojní vybavení). Předpokladem bylo, že investor již vlastní vhodné pozemky a tudíž nebudou do nákladů započítány náklady na koupi nebo pronájem pozemků.

Náklady jsou nejprve vyjádřeny na jeden hektar obdělávané plochy a až poté přepočítávány na zadanou plochu. Při odhadu nákladů souvisejících s režijními a obslužnými činnostmi bylo počítáno s obdobím, ve kterém budou prováděny. Jednalo se o činnosti spojené s přípravou pozemku před setím (sázením u RRD), samotným setím (sázením), údržbou porostu, se sklizní a zpracováním produktu a konečně o náklady spojené s likvidací plantáže. Tyto činnosti neprobíhají rovnoměrně po celý produkční život uvažovaného projektu, ale jsou rozděleny do jednotlivých roků podle druhu pěstované plodiny. V potaz je brán celý tento produkční život plantáže.

Délka „života“ plantáže byla stanovena na 10 let u konopí setého a 20 let u topolů. Předpokládaná výše inflace pro výpočty byla stanovena na 2,5 %. Modelované projekty byly plně realizovány z vlastních zdrojů investora, bez použití cizího kapitálu. Při sestavování modelů bylo předpokládáno získání standardních národních dotací na pěstování energetických plodiny ve výši 3000 Kč na hektar. Dále pak se počítá s využíváním kalů z čistíren odpadních vod (ČOV) ke hnojení. Odběr těchto kalů je také dotován. U modelu plantáže topolů bylo navíc předpokládáno přidělení dotace na založení produkčního porostu RRD ve výši 60 000 Kč.

Oba modely byly vytvořeny pomocí programu Microsoft® Excel. Model umožňuje měnit vstupní údaje podle aktuálních podmínek a tak je zpřesňovat, resp. jejich změnou simulovat různé potenciální podmínky, které mohou ovlivnit výsledky rozhodování o efektivnosti zamýšlené investice. Po změně vstupních údajů (např. velikost

obhospodařované plochy, výkupní cena biomasy atd.) se hodnotící ukazatele i grafy automaticky přepočítají pro hodnoty nové - aktuální.

3.1 Struktura vypracovaných modelů

Každý z vytvořených modelů obsahuje část (list Vstupy), do níž se zadávají „externí“ veličiny, které charakterizují vnější ekonomické prostředí a podmínky pěstování biomasy a ovlivňují tak jeho celkovou efektivnost. Mezi tyto veličiny patří očekávaný roční výnos sušiny, výkupní cena sušiny, dotace za kaly ČOV, dotace na založení plantáže. V této části je rovněž zadána celková výměra obhospodařované plochy a plocha, na které se pěstuje biomasa pro energetické účely.

Další částí zpracovaného modelu je plánovací část (list Plánování), v níž se určuje, v jakém konkrétním období se dílčí pěstební činnosti budou aktivovat. Model je sestaven obecně a obsahuje seznam všech dílčích pěstebních činností. Tyto se však nemusí nutně provádět v každém roce, záleží na rostlinném druhu (setí nebo sázení), intenzitě procesu (četnost hnojení), výběru z možných činností (hnojení umělými nebo organickými hnojivy) atd. Model je sestaven tak, aby do nákladů započítal pouze v daném roce aktivované činnosti, tj. aby s neprováděnými činnostmi nepočítal. Bližšímu seznámení s těmito činnostmi budou věnovány kapitoly 3.2 (pro RRD) a 3.3 (pro konopí).

Následující částí modelu je výpočet a zobrazení hodnot dílčích nákladových položek jednotlivých činností připadajících na jeden hektar. Hodnoty nákladů jsou uvedeny pouze v těch obdobích a u těch činností, jejichž aktivace je nastavena v listu „Plánování“.

Zvláštní položku tvoří **fixní náklady**. Jejich výše je pro každou činnost odvozena z ceny použitého strojního zařízení pomocí hodnot zjištěných z tabulek vydaných Výzkumným ústavem zemědělské techniky v Praze. Tabulkové hodnoty pro každé strojní zařízení uvádějí jeho roční nasazení (v hodinách) a výkonnost (hektary za hodinu). Fixní náklady každé konkrétní činnosti jsou pak vypočítány podle spotřebovaného času při její realizaci (např. vápnění jednoho hektaru půdy trvá 0,33 hodiny, fixní náklady na jednu hodinu práce traktoru a rozmetadla hnojiv jsou přibližně 37 Kč, tudíž fixní náklady na vápnění činí $37 \cdot 0,33 = 12,3$ Kč).

Dalším dílčím nákladem každé činnosti je **cena za práci**, neboli plat zaměstnance a poplatky s ním spojené. Ta závisí na čase výkonu dané činnosti a na hodinových sazbách. Pro vytvořené modely jsem pro tyto náklady zvolil hodnotu 80 Kč na hodinu práce.

Další nákladovou položkou patřící ke každé činnosti je cena zaplacená za **pohonné hmoty**. Tato položka se dá snadno spočítat z tabulkové spotřeby daného stroje pro danou činnost a z ceny paliva. V mých modelech je tato cena 25 Kč za litr paliva (nafta).

Posledními sledovanými položkami pro každou činnost jsou náklady na **pomocný materiál** a na materiál nezbytně potřebný pro každou danou činnost (např. hnojivo, ochrana před škůdci, dolomitský vápenec, osivo atd.).

Součástí modelů je také výpočet investic potřebných na pěstování požadované plodiny. Těmito investicemi rozumíme náklady na pořízení strojů, zařízení a budov. Tyto náklady byly zjištěny opět z tabulek Výzkumného ústavu zemědělské techniky a porovnáním s nabídkou potřebné techniky na českém trhu. Všechny jednotlivé stroje, zařízení i budovy mají svoji danou odpisovou skupinu a životnost, takže můžeme snadno zjistit odpisy (v modelech použito lineární odepisování).

Model následně vypočítá celkové náklady i celkové příjmy v jednotlivých letech trvání investice (list Souhrn). Do příjmové části patří již zmiňované státní dotace a také výnosy z prodeje sklizené biomasy, pokud ovšem v ten daný rok sklizeň byla realizována. Dalším krokem je výpočet kumulativních nákladů a příjmů v průběhu celé doby projektu a zakreslení výsledků do grafů. To vše stále pro jeden hektar obhospodařované plochy.

Následuje list s výpočtem zrychlených odpisů (daňové odepisování) použitých při sestavování Výkazu cash flow (list cashflow). Kromě tabulek výpočtů obsahuje list grafické výstupy. Grafy zobrazují kumulovaný diskontovaný příjem, kumulovaný diskontovaný kapitálový výdaj a vývoj čisté současné hodnoty investice. Následuje výpočet vnitřního výnosového procenta a doby návratnosti investice.

Poslední částí vypracovaných modelů je citlivostní analýza (list CA) pro dané projekty. Tato část modelu již není interaktivní, tzn. uvedené hodnoty jsou převzaty z realizovaných výpočtů pro alternativní hodnoty vstupních dat. Obsahuje experimentálně zjištěné hodnoty ČSH, VV% a doby návratnosti v závislosti na různě se měnících vstupních (volitelných) údajích. Mezi vyzkoušené změny patří možnost pěstování biomasy bez dotací či na větší rozloze. Výsledkům citlivostní analýzy se budu podrobněji věnovat v samostatné kapitole 4.2 .

3.2 Nákladový model pro japonské topoly

Při tvorbě nákladového modelu pro investici do plantáže japonských topolů jsem vycházel z doporučené metodiky pro jejich pěstování v podmínkách České Republiky. Pro tento model platí vše napsané v kapitole 3.1. Model předpokládá, že zemědělec hospodaří na

ploše o výměře 100 ha, z čehož 5 ha věnuje právě na pěstování Japonských topolů pro energetické účely, přičemž výnos z jednoho hektaru činí 12 t/rok sušiny. Výkupní cena této sušiny se pohybuje mezi 1 300 až 2 000 Kč, přičemž pro model byla zvolena hodnota 1550 Kč. Náš fiktivní podnik každoročně získává dotaci 3 000 Kč na každý hektar využívaný na pěstování energetických plodin. Navíc jednorázově získal 60 000 Kč na každý tento hektar při zakládání plantáže, tudíž při rozloze 5 ha tato dotace činila 300 000 Kč. Za každou tunu kalu ČOV, kterou podnik použil ke hnojení, obdržel 100 Kč.

Struktura a četnost provádění jednotlivých činností se řídila již zmíněnou metodikou pro pěstování topolů v podmínkách České Republiky. „Život“ výmladkové plantáže se dá rozdělit na přípravu pozemku před výsadbou, sadbu, údržbu vysázeného porostu, sklizeň a zpracování biomasy a rušení plantáže na konci jejího života. Pro tento model byla délka života plantáže stanovena na dobu 20 let, s délkou obmytí 4 roky, počínaje 5. rokem. To znamená, že první sklizeň bude provedena až 5. rok od založení plantáže a opakována každé 4 roky.

S přípravou pozemku je nutno začít rok před výsadbou tak, aby byly podmínky pro výsadbu a růst dřeviny v prvních 2-3 měsících optimální. Ve vypracovaném modelu je tato příprava uskutečňována pouze první rok. V našich podmínkách se jedná zejména o maximální omezení růstu plevelů a optimalizaci fyzikálních vlastností půdy pro zakořenění dřevin (řízků, prýtů či sazenic). Na silně zaplevelených lokalitách je nutné začít intenzivní odplevelování už 1,5-2 roky před výsadbou. V našem modelu bylo využito kombinace mechanického odstranění plevelů sečením a chemického odplevelování, přestože není doporučováno z důvodů ochrany přírody a tvorby reziduí v půdě. Při aplikaci přesně podle doporučených postupů je ale možné snížit účinné koncentrace chemického prostředku na minimum. Dále bylo v rámci přípravy pozemku provedeno jeho vápnění a podmítka, hnojení kalu ČOV a nakonec byla provedena orba s urovnáním, vláčení a válení. Hloubka orby závisí na místních půdních podmínkách a stavu pozemku.

Při výsadbě topolů se nejčastěji sázejí řízky nařezané z jednoletých prýtů (prutů, výhonů). Ty se odebírají ve speciálních každoročně seřezávaných porostech. Těsně před výsadbou je vhodné řízky namočit na 1 den do vody. Obvykle jsou řízky topolů sázeny od poloviny března do konce dubna, jakmile půdní vlhkost dovolí přístup sazečů nebo sázecích strojů na plochu. V modelu byla zvolena mechanizovaná výsadba pomocí lesnického dvouřádkového sazeče prováděná v druhém roce „života“ plantáže. Na jeden hektar plochy se sází přibližně 10 000 kusů řízků, přičemž cena těchto řízků je 3,20 Kč za kus.

Omezování plevelů před výsadbou a jeden i dva roky po výsadbě je klíčovou činností pro úspěšné založení plantáže. V sestaveném modelu je kromě odplevelení v rámci přípravy pozemku také prováděno pravidelné odplevelení v rámci údržby porostu. Toto odplevelení se provádí 2. a 3. rok života plantáže a pak periodicky každé dva roky těsně následující za sklizní a to pomocí herbicidů. V odborné literatuře i z praktických zkušeností je doloženo, že zejména topoly na chudých stanovištích reagují na hnojení dusíkem (N) zlepšením růstu a produkce. Proto model počítá s tímto hnojením střídavě každé 2 roky, počínaje 3. rokem. Dále je prováděno hnojení P (superfosfát) a K (draselná sůl) periodicky každé 4 roky tak, aby v žádném roce nebylo hnojeno zároveň P, K a N. V rámci modelu byla obhospodařovaná plocha dále hnojena organickými hnojivy a kaly ČOV.

Plantáže RRD se sklízí v tzv. velmi krátkém obmýtí, které se v našich podmínkách pohybuje mezi 3-6 roky. Pro model byla zvolena délka obmýtí 4 roky. Při zvolené celkové délce existence plantáže 20 let to znamená, že bude sklizena celkem pětkrát. Nejvhodnějším obdobím pro sklizeň RRD na štěpku jsou zimní měsíce (prosinec – březen), kdy je obsah vody v pletivech nejnižší. V zahraničí jsou k dispozici výkonné speciální sklízecí stroje. Při sklizni RRD se s úspěchem uplatňuje kooperace několika pěstitelů v oblasti, kteří mohou vytvořit sdružení za účelem efektivního využívání sklízecích strojů. Speciální sklízecí stroje se vyplatí pro velké energetické celky, kde se velké pořizovací náklady rozloží na větší počet provozních hodin stroje. Domácí sklízecí mechanizace zatím není komerčně k dispozici. Proto pro model byla zvolena metoda pořezání a štěpkování. Tento způsob využívá tažené sklízecí stroje schopné okamžité výroby dřevní štěpky přímo na poli. Ta má vyšší vlhkost, ale je snadněji manipulovatelná a dopravovatelná. Pro spalování této štěpky jsou vhodná velká topeniště nad 1MW. Mezi činnostmi, které je nutné vykonat při sklizni, patří dosušení štěpky a její doprava a uložení do skladu. V modelu bylo použito obou těchto činností.

Stav půdy po 20-letém pěstování RRD plantážovým způsobem závisí na několika faktorech, z nichž hlavní jsou úrodnost půdy, způsob a objem hnojení plantáže. Navracení stanoviště původnímu použití (orané pole, louka, pastvina) je důležitou otázkou z hlediska ochrany zemědělského půdního fondu a podléhá kontrole MŽP. Provádí se v posledním, tedy v 20. roce existence plantáže. Spočívá ve vyorání hlubokou orbou zbytků pařezků, případně částí kořenového systému topolů. Pokud je živinová rovnováha půdy narušena, doporučuje se na základě výsledků půdních rozborů půdu dohnojit. V modelu je počítáno s hnojením dusíkem či organickými hnojivy. Finální úpravou plochy a zároveň poslední položkou plánování je vláčení a válení pomocí válců a bran. [20][18]

3.3 Nákladový model pro konopí seté

Struktura nákladového modelu pro porost konopí setého se příliš neliší od modelu pro japonské topoly. Také zde je existence plantáže rozdělena na etapu přípravy pozemku před setím, setí, údržby vysetého porostu, sklizně a zpracování biomasy a rušení plantáže na konci její existence, ale zásadní rozdíl je v délce trvání modelu a v četnosti sklizní a setí. Plánováno je využívání plochy pro daný účel pouze po dobu 10 let, ale protože konopí je jednoletá dvoudomá rostlina, sklizeň se bude uskutečňovat každý rok kromě prvního. I v tomto případě zemědělec hospodaří na ploše o celkové výměře 100 ha, z čehož 5 ha věnuje právě na pěstování energetické plodiny konopí setého. Výnos sušiny se pohybuje mezi 9 a 12 tunami na hektar a rok, proto tento model počítá s hodnotou 10 tun připadajících na každý hektar. Počítá s příjmem dotace ve výši 3 000 Kč na každý hektar využívaný k pěstování energetických plodin. Dále za každou tunu kalu ČOV, kterou podnik použije ke hnojení, obdrží 100 Kč. Výkupní cena sušiny se pohybuje kolem 3 000 Kč a i model počítá s touto hodnotou. I pro tento model platí vše napsané v kapitole 3.1. Také pro konopí seté jsou vypracovány metodiky pěstování a struktura jednotlivých činností v modelu se drží jejich doporučení. V ČR jsou registrovány dvě odrůdy konopí setého pro pěstování jako technické plodiny a obě obsahují méně než 0,3 % omamných látek THC a vyhovují předpisům EU pro pěstování konopí jako zemědělské plodiny.

Příprava pozemku před prvním setím se odehrává v prvním roce existence plantáže. Stejně jako při přípravě pro pěstování RRD spočívá v omezení růstu plevelů a optimalizaci fyzikálních vlastností půdy. Plevel se odstraňuje kombinací mechanických a chemických postupů (sečením a herbicidy). Dále dochází k vápnění dolomitským vápencem, jehož cena je 5,60 Kč za kilogram, přičemž na hektar plochy je ho potřeba 2250 kilogramů. Konopí vyžaduje půdy s dobrou zásobou živin, především N a K. Proto je aplikováno hnojení N. Po podzimní orbě je obvyklá jarní příprava s přihnojením. Celá plocha je nakonec zorána, zvláčena a zválena pomocí válce s bránami.

Samotné setí se provádí každoročně. Doba setí se pohybuje od 10. 4. do 30. 4., podle oblasti a průběhu jara. Po zasetí následuje zavláčení smykem a zaválení lehkými válci. Aplikuje se také postřik herbicidy jako ochrana před plevele. Vysévá se 25 kilogramů osiva na hektar, přičemž kilogram osiva stojí 82 korun.

Dobře založený porost má dostatečnou konkurenční schopnost k potlačení plevelných rostlin, proto se při údržbě tohoto porostu nepočítá s jeho chemickým ošetřením. Porost je

střídavě hnojen P, K a N hnojivy a zároveň organickými hnojivy. Za 10 let existence porostu je dvakrát aplikováno vápnění pro zušlechťení půdy.

Sklizeň a zpracování konopí se odehrává každý rok s výjimkou prvního roku existence plantáže. Zemědělec si může podle místních podmínek a druhu požadované produkce vybrat, zdali zvolí letní, podzimní či jarní sečení. V modelu je zvoleno podzimní sečení, neboli sečení vhodné pro produkci hmoty a jednotného vlákna. Posečená hmota před balíkováním musí být obrácena pomocí obraceče, aby lépe vyschla. Samotné balíkování je realizováno lisem na obří balíky. Tyto balíky mohou být uloženy ve skladu anebo ve stohu na poli. Pro tento model byla zvolena druhá metoda, neboli uložení balíků na poli. Nezbytnou činností je také kontrola uložení těchto balíků.

Úprava po sklizni se při pěstování konopí stejně jako sklizeň provádí každoročně, kromě prvního roku existence projektu. Spočívá v hnojení N, organickými hnojivy a kaly ČOV. Dále pak následuje shrabání zbytků po sklizni a mulčování pomocí mulčovače. [1][9]

4 Výsledky

Oba modely byly provedeny pro hypotetické projekty plantáží o rozloze 5 hektarů. Vstupní údaje pro výpočet jsou odvozeny od položek již existujících projektů, nebo byly jednotlivě ověřovány u případných dodavatelů. Vypočítané výsledky pro oba modely mohou být zkreslené, neboť tyto použité vstupní hodnoty nemusí být vždy úplně aktuální a přesné.

4.1 Výsledky pro model konopí setého

Počáteční potřebné investice do strojního vybavení činily 12 943 000 Kč. Do této sumy nebyly započítány náklady na nákup pozemku a na vybudování skladu, neboť předpokladem bylo, že investor již potřebné pozemky a budovy vlastní. Vypočítané roční odpisy poté činily 2 157 166 Kč po dobu šesti let.

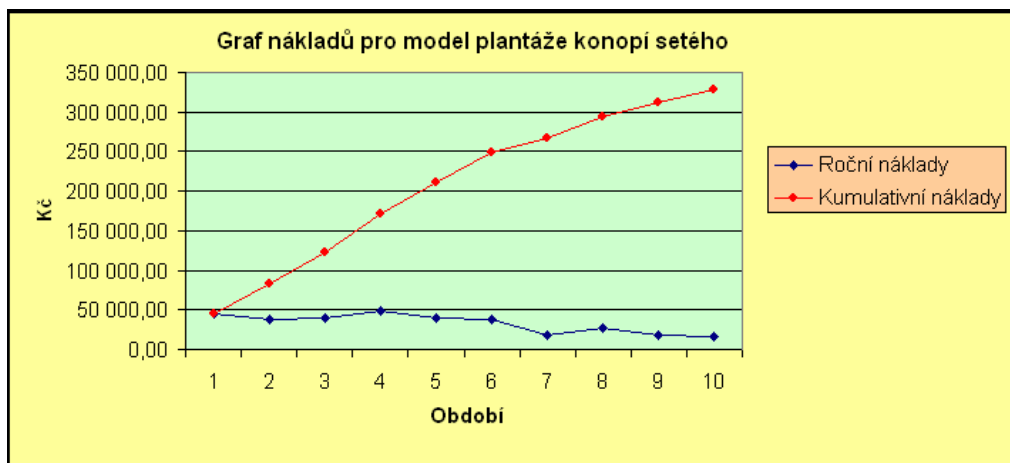
Výstupem ze sestaveného modelu jsou hodnoty celkových nákladů, kumulovaných nákladů, hodnot celkového zisku a kumulovaného zisku v jednotlivých letech trvání investice vypočítané pro 1 hektar oseté plochy.

Tab. 7: Efekt pěstování konopí setého

	Období									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Celkové náklady (Kč/ha)	45 415,37	38 000,73	39 522,23	48 910,65	39 522,23	38 000,73	17 950,56	27 338,99	17 950,56	16 429,06
Kumulativní náklady (Kč/ha)	45 415,37	83 416,09	122 938,32	171 848,98	211 371,21	249 371,94	267 322,50	294 661,49	312 612,05	329 041,11
Celkové výnosy (Kč/ha)	35500	36000	36000	36000	36000	36000	36000	36000	36000	36000
Kumulativní výnosy (Kč/ha)	35500	71500	107500	143500	179500	215500	251500	287500	323500	359500
Zisk ročně (Kč/ha)	-9 915,37	-2 000,73	-3 522,23	-12 910,65	-3 522,23	-2 000,73	18 049,44	8 661,01	18 049,44	19 570,94
Zisk kumulovaný (Kč/ha)	-9 915,37	-11 916,09	-15 438,32	-28 348,98	-31 871,21	-33 871,94	-15 822,50	-7 161,49	10 887,95	30 458,89

4.1.1 Nákladové položky

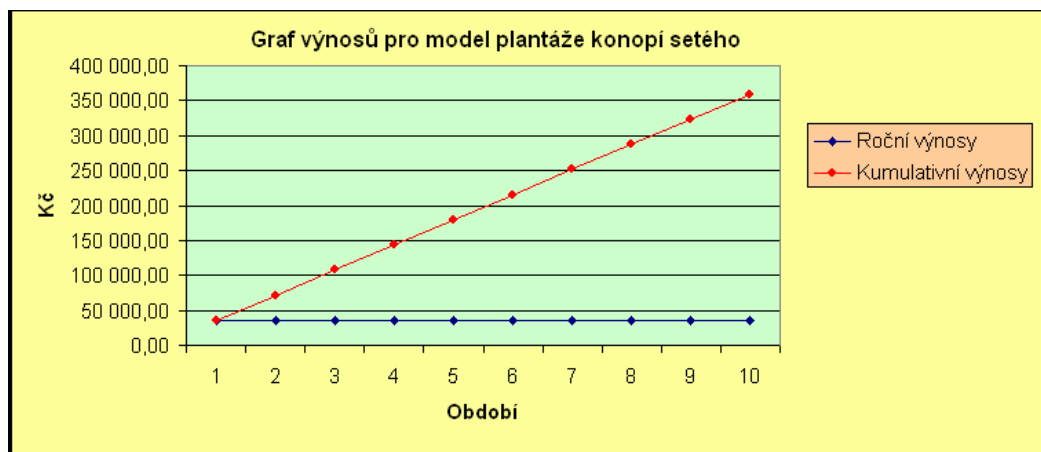
Největší roční náklady se u investice do plantáže konopí setého projevují prvních šest let od počátku investice, což je způsobeno započítáním ročních odpisů. Nejvýraznější nákladovou položkou je, kromě již zmíněných odpisů, nákup vápence potřebného pro vápnění půdy, náklady spojené s anorganickým hnojením a také náklady spotřeby pohonných hmot. Naopak minimální v porovnání s celkovými náklady jsou náklady spojené s ohodnocením práce zaměstnanců.



Obr. 11: Graf ročních a kumulativních nákladů plantáže konopí setého

4.1.2 Příjmové položky

Příjmové položky jsou tvořeny uvažovanými dotacemi na pěstování biomasy, dotacemi za používání kalů ČOV a tržbami za prodanou biomasu. Tyto tržby jsou při předpokládaném výnosu 10 tun sušiny na hektar a rok a ceně sušiny 3 000 Kč/tunu konstantní po celou dobu života plantáže a nabývají hodnoty 30 000 Kč/rok.

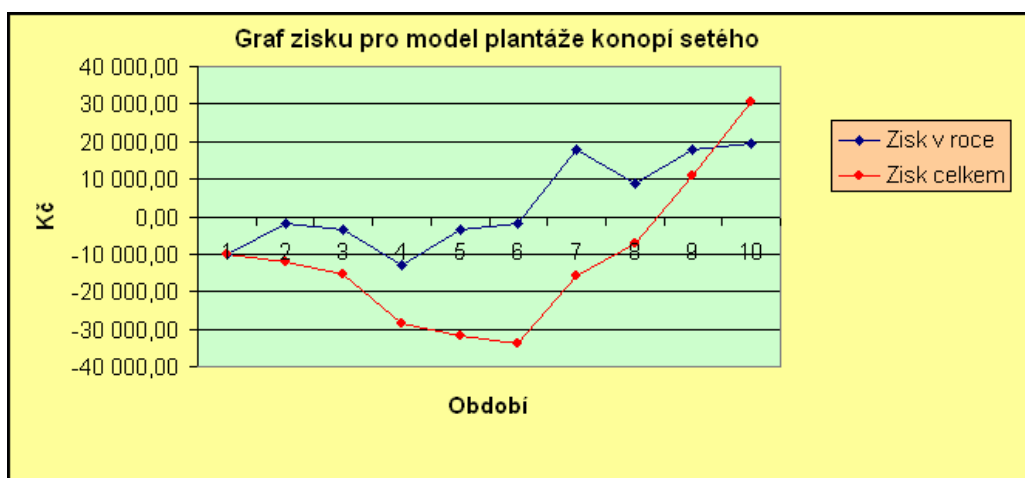


Obr. 12: Graf ročních a kumulativních výnosů plantáže konopí setého

4.1.3 Zisk a kumulovaný zisk

Roční zisk z 1 hektaru je vypočítán odečtením nákladových položek od položek příjmových v daném roce. Ve vypracovaném modelu prvních šest let převažovaly nákladové položky, proto v těchto letech vykazuje podnik ztrátu, ovšem ve zbývajících letech trvání investice jsou náklady výrazně nižší než příjmy. Kumulovaný zisk je součtem ročních zisků

za dosud uplynulá období. V 10. roce investice, neboli po ukončení pěstování konopí, má zisk hodnotu 30 459 Kč/hektar, což znamená, že investice přináší zisk v této výši pro každý osetý hektar.



Obr. 13: Graf zisku plantáže konopí setého

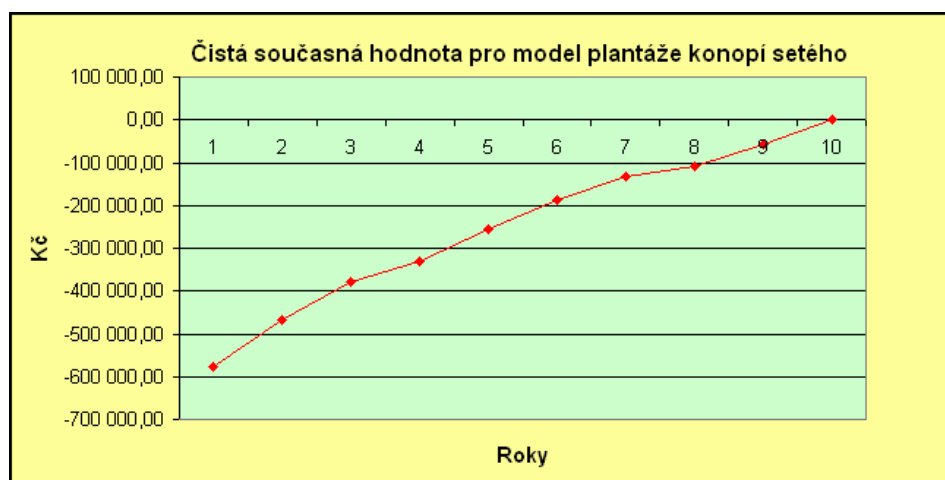
4.1.4 Cash flow

Při výpočtu cash flow pro model plantáže konopí setého se vycházelo z předpokladu výměry oseté plochy 5 hektarů z celkových 100 hektarů vlastněných investorem. Předpokládaná cena biomasy byla 3 000 Kč a roční růst ceny biomasy byl stanoven na 3 %. Dále byla určena diskontní sazba ve výši 5 % a inflační koeficient 2,5 %. Požadovaný rok návratnosti investice byl stanoven na 10 let.

Čistá současná hodnota investice měla v čase stoupající charakter a po skončení trvání investice, tedy v 10. roce, měla hodnotu 195 Kč. Tato hodnota je vyšší než nula a proto lze investici podle kritéria ČSH doporučit.

Vnitřní výnosové procento po určení vyšší a nižší diskontní sazby v hodnotách 4 % a 6 % dosáhlo hodnoty 5,0414 %, což je hodnota vyšší než určená diskontní sazba a i z hlediska VV% lze proto investici doporučit.

Doba návratnosti takovéto investice je 10 let, což odpovídá požadované hodnotě doby návratnosti.



Obr. 14: Graf vývoje ČSH plantáže konopí setého

Takto strukturovanou investici lze doporučit, protože splňuje všechny parametry ziskové investice. Výsledný zisk je ale v porovnání s vynaloženými náklady malý a vnitřní výnosové procento se blíží velikosti diskontní sazby, přičemž je tato investice zatížena určitými riziky. Tyto rizika analyzuje citlivostní analýza.

4.1.5 Citlivostní analýza

Citlivostní analýza je nástrojem pro analýzu rizik spojených s investicí do projektu. Její podstatou je zjišťování dopadu izolovaných změn jednotlivých faktorů rizika, spojených s realizací investice, na kritéria hodnocení investičního projektu. V našem projektu jsme uvažovali s následujícími faktory nejistoty:

- výše výnosů sušiny z jednoho hektaru,
- výměra pozemku věnovaná na pěstování biomasy,
- výkupní cena sušiny,
- hodnota diskontní sazby a
- výše státní dotace.

Tab. 8: Citlivostní analýza pro plantáž konopí setého

Volitelné parametry	měrná jednotka	var 1	var 2	var 3	var 4	var 5	var 6
Výnos pěstování biomasy	[t/ha]	10,00	10,00	8,00	10,00	10,00	10,00
Výměra pozemku na pěstování biomasy	[ha]	5,00	5,00	5,00	10,00	5,00	5,00
Prodejní cena biomasy	[Kč/t]	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00	3500,00	3000,00
Roční nárůst ceny biomasy	[%]	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Diskontní sazba k	[%]	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	10,00
Inflační koeficient	[%]	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Daňová sazba (právnícká osoba)	[%]	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
Rok požadované návratnosti investice	[rok]	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Státní dotace za likvidaci kalů	[Kč/t]	100,00	x	100,00	100,00	100,00	100,00
Státní dotace na pěstování biomasy	[Kč/ha]	3000,00	x	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00
Výsledné hodnoty							
NPV	[Kč]	195,940	-142 267,340	-209 241,050	362,810	698 234,580	-101 550,590
Doba návratnosti	[počet let]	10,000	-	-	10,000	5,000	-
Vnitřní výnosové procento IRR	[%]	5,041	-2,695	-8,771	5,041	10,659	4,173

Z uvedené tabulky č. 8 vyplývá, že úspěch investice je nejvíce ovlivněn **prodejní cenou** biomasy a **výnosem** z 1 hektaru. Pokud jeden z těchto atributů klesne pod původní předpokládanou úroveň, hodnoty sledovaných kritérií ČSH a VV% se prudce zhorší. Naopak, pokud se hodnoty těchto vstupů zvyšují, náležitě roste i efektivnost dané investice.

Pokud se investorovi nepodaří získat státní **dotace** poskytované na pěstování biomasy a dotace za likvidaci kalů ČOV, tak se sledovaná kritéria zhorší na nepřijatelnou úroveň a investice se stává ztrátovou.

V případě mírného zvětšení **oseté plochy** (do deseti hektarů) lze očekávat zvýšení čisté současné hodnoty investice, při zachování stávajících hodnot DN a VV%. Pro velké projekty, v řádu desítek a více hektarů, již nelze s tímto trendem počítat, protože se objeví jiné nákladové položky, vyvolané rozsahem zpracovávaných a přepravovaných hmot.

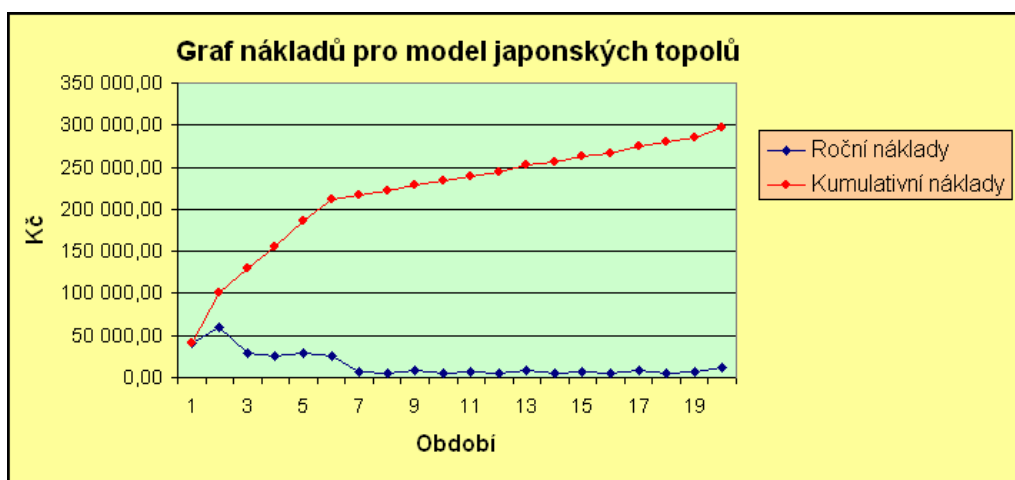
4.2 Výsledky pro model japonských topolů

Počáteční potřebné investice do strojního vybavení činily 12 845 000 Kč. Ani do této sumy nebyly započítány náklady na nákup pozemku a na vybudování skladu, neboť i v modelu plantáže japonských topolů bylo předpokladem, že investor již potřebné pozemky a budovy vlastní. Vypočítané roční odpisy strojního zařízení činily 2 140 833 Kč po dobu šesti let.

Výstupem ze sestaveného modelu jsou hodnoty celkových nákladů, kumulovaných nákladů, celkového zisku a kumulovaného zisku v jednotlivých letech trvání investice vypočítané pro 1 hektar oseté plochy. Tabulka vyjadřující efekt pěstování RRD – topolů je pro svou rozsáhlost umístěna v příloze.

4.2.1 Nákladové položky

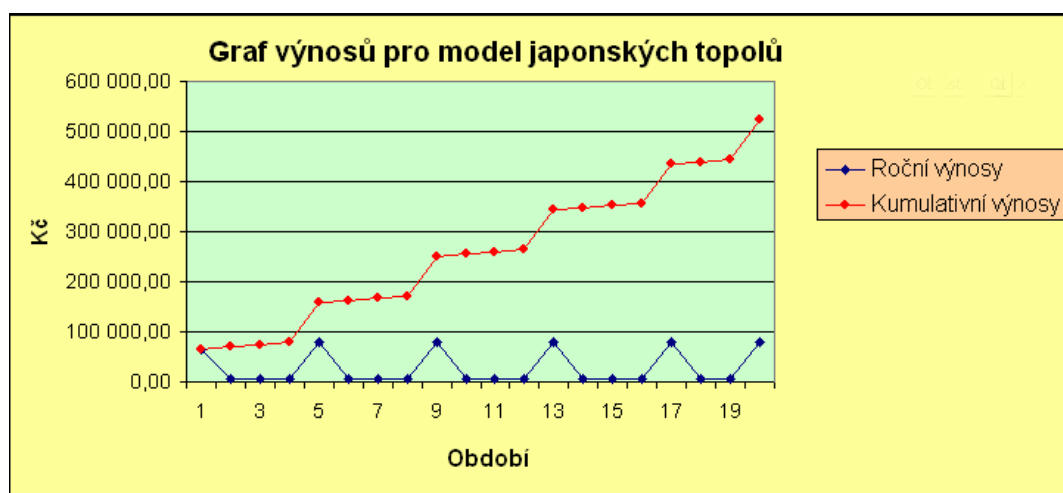
Největší roční náklady se také u investice do plantáže japonských topolů projevují v prvních šesti letech od počátku investice, což je způsobeno hodnotou odpisů. Nejvýraznějšími nákladovými položkami jsou dále nákup vápence potřebného pro vápnění půdy při přípravě pozemku a nákup řízků potřebných k výsadbě. Dále pak každoroční náklady spojené s anorganickým hnojením a také náklady vydané za pohonné hmoty. Minimální v porovnání s celkovými náklady jsou náklady spojené s ohodnocením práce zaměstnanců a náklady na ochranu porostu před škůdci.



Obr. 15: Graf ročních a kumulativních nákladů plantáže japonských topolů

4.2.2 Příjmové položky

Příjmové položky jsou tvořeny dotacemi na pěstování biomasy a založení plantáže, dotacemi za používání kalů ČOV a tržbami za prodanou biomasu. Tržby činí 74 400 Kč/rok díky předpokládanému výnosu 12 tun sušiny na hektar při uvažované ceně sušiny 1550 Kč/tunu. Tržby se projeví v roce kdy probíhá sklizeň, v našem případě každé 4 roky počínaje pátým rokem existence plantáže.

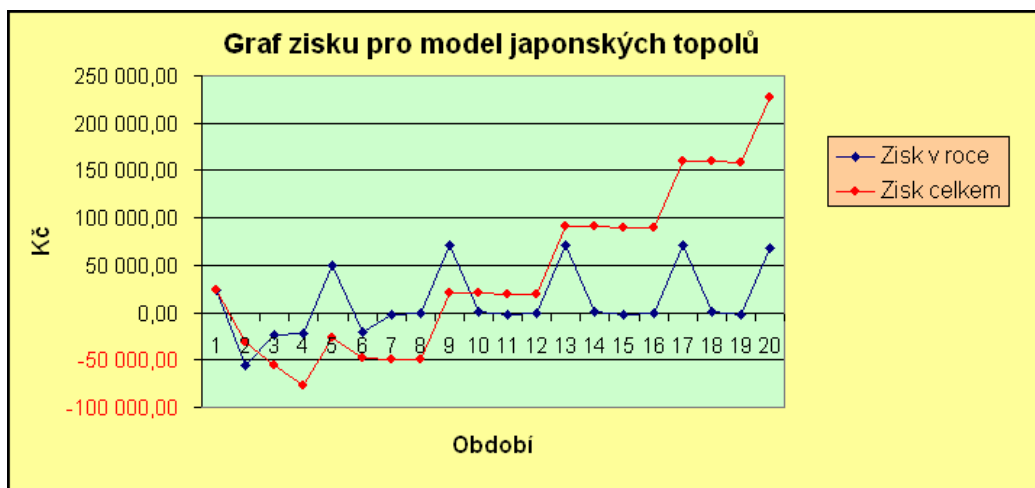


Obr. 16: Graf ročních a kumulativních výnosů plantáže japonských topolů

4.2.3 Zisk a kumulovaný zisk

Roční zisk z 1 hektaru je vypočítán odečtením nákladových položek od položek příjmových v daném roce. V případě, že jsou nákladové položky vyšší než příjmové, jedná se

o ztrátu v daném roce. Kumulovaný zisk je součtem ročních zisků za dosud uplynulá období. Ve 20. roce investice, neboli po zrušení plantáže, má hodnotu zisk 227 004 Kč/hektar, což znamená, že investice přináší zisk v této výši pro každý osetý hektar.



Obr. 17: Graf zisku plantáže japonských topolů

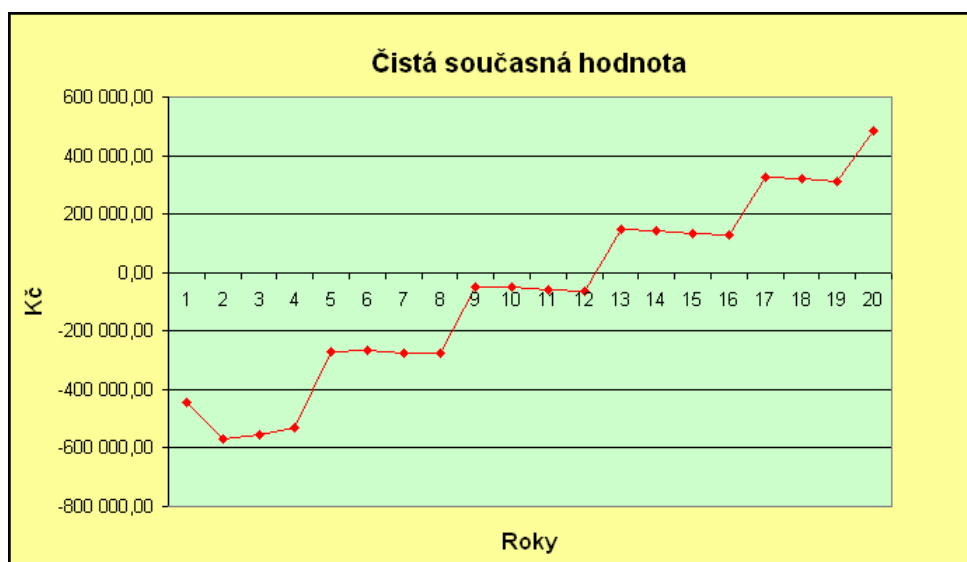
4.2.4 Cash flow

Při výpočtu cash flow pro model plantáže konopí setého se vycházelo z předpokladu výměry oseté plochy 5 hektarů z celkových 100 hektarů vlastněných investorem. Předpokládaná výkupní cena biomasy byla 1550 Kč a roční růst ceny biomasy byl stanoven na 3 %. Dále byla určena diskontní sazba ve výši 5 % a inflační koeficient 2,5 %. Požadovaný rok návratnosti investice byl stanoven na 20 let.

Čistá současná hodnota investice měla krom prvních let v čase stoupající charakter a po skončení trvání investice, tedy ve 20. roce, měla hodnotu 480 009 Kč. Tato hodnota je vyšší než nula a proto lze investici podle kritéria ČSH doporučit.

Vnitřní výnosové procento po určení vyšší a nižší diskontní sazby v hodnotách 4 % a 6 % dosáhlo hodnoty 9,634 %, což je hodnota vyšší než určená diskontní sazba a i z hlediska VV% lze proto investici doporučit.

Doba návratnosti takovéto investice je 13 let, což je hodnota nižší než je požadovaná hodnota doby návratnosti.



Obr. 18: Graf vývoje ČSH plantáže japonských topolů

Tuto investici lze doporučit, protože dosahuje všech parametrů ziskové investice. Výsledný zisk je v porovnání s vynaloženými náklady výrazně vyšší než u plantáže technického konopí. Vnitřní výnosové procento je téměř dvojnásobně vyšší než diskontní sazba, ale i tato investice je zatížena určitými riziky. Vlivy těchto rizik jsou šetřeny citlivostní analýzou.

4.2.5 Citlivostní analýza

Testovanými faktory nejistoty jsou, stejně jako v případě citlivostní analýzy pro plantáž konopí setého, velikost výnosů z jednoho hektaru, výměra pozemku věnovaná na pěstování, výkupní cena sušiny, hodnota diskontní sazby a množství dotací získaných pro projekt.

Tab. 9: Citlivostní analýza pro plantáž japonských topolů

Volitelné parametry	měrná jednotka	var 1	var 2	var 3	var 4	var 5	var 6
Výnos pěstování biomasy	[t/ha]	12,00	12,00	9,00	12,00	12,00	12,00
Výměra pozemku na pěstování biomasy	[ha]	5,00	5,00	5,00	10,00	5,00	5,00
Prodejní cena biomasy	[Kč/t]	1550,00	1550,00	1550,00	1550,00	2100,00	1550,00
Roční nárůst ceny biomasy	[%]	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Diskontní sazba k	[%]	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	10,00
Inflační koeficient	[%]	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Daňová sazba (právnícká osoba)	[%]	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
Rok požadované návratnosti investice	[rok]	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Státní dotace za likvidaci kalů	[Kč/t]	100,00	x	100,00	100,00	100,00	100,00
Státní dotace na pěstování biomasy	[Kč/ha]	3000,00	x	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00
Výsledné hodnoty							
ČSH	[Kč]	485 009,410	-51 696,450	-55 502,820	970 018,810	886 924,650	-75 469,580
Doba návratnosti	[počet let]	13	-	-	13	9	-
Vnitřní výnosové procento	[%]	9,634	4,256	4,041	9,634	11,004	8,303

Z tabulky č. 9 vyplývá, že úspěch i této investice je nejvíce ovlivněn **prodejní cenou** biomasy a **výnosem** z 1 hektaru. Pokud jeden z těchto atributů klesne pod původní

přepokládanou úroveň, hodnoty sledovaných kritérií ČSH a VV% se prudce zhoršují. Naopak, pokud se hodnoty těchto vstupů zvyšují, náležitě roste i efektivnost dané investice.

Pokud se investorovi nepodaří získat státní **dotace** poskytované na pěstování biomasy na založení plantáže a dotace za likvidaci kalů ČOV, tak se sledovaná kritéria zhorší na nepřijatelnou úroveň a investice se stává ztrátovou.

V případě mírného zvětšení **osázené plochy** (do řádově deseti hektarů) lze očekávat zvýšení čisté současné hodnoty investice, při zachování stávajících hodnot DN a VV%. Pro větší projekty, v řádu desítek a více hektarů, již nelze s tímto trendem počítat, neboť narůstají jiné nákladové položky, související s rozsahem prací a množstvím přepravních hmot.

5 Závěry

Pokud jsou splněny výše definované podmínky a pěstební postupy, lze poznatky ze zpracovaných modelů o zamýšlených investicích do plantáže technického konopí či plantáže japonských topolů shrnout do několika základních bodů:

- Obě investice lze z hlediska kritérií VV%, ČSH a DN doporučit k realizaci, neboť jsou splněny základní požadavky, a to že ČSH v posledním roce investice je vyšší než 0, VV% investice je vyšší než diskontní sazba a DN je stejná nebo nižší než požadovaná doba návratnosti.
- Doba návratnosti je nižší u investice do plantáže konopí setého, ovšem hodnoty VV% a ČSH jsou vyšší u modelu plantáže topolů japonských a celkově se tato druhá investice jeví jako výhodnější.
- Investice do strojního vybavení pro topoly jsou nepatrně nižší než pro konopí a u obou projektů lze používat běžné zemědělské a lesnické strojní vybavení. Při případném nákupu více specializovaných strojů pro RRD by se hodnota investice výrazně zvýšila, ovšem se současným zvýšením produktivity práce, což by v důsledku představovalo nižší mzdové náklady i náklady na spotřebu pohonných hmot. Toto řešení by však bylo vhodné pouze pro výrazně větší pěstební rozlohy nebo při součinnosti většího počtu menších pěstitelů.
- Nezbytnou podmínkou pro zajištění výhodnosti obou investic je získání státních dotací (na pěstování biomasy, na založení plantáže, na zpracování kalů ČOV) – bez těchto dotací jsou obě investice ztrátové.
- Úspěšnost obou investic je úzce spojena s kvalitou půdy a dalšími místními podmínkami (např. úhrn srážek) ovlivňujícími celkový výnos z 1 hektaru. Pro chudší stanoviště bude zisk z těchto investic nižší a je na uvážení investora, zdali se rozhodne na daném stanovišti biomasu pěstovat.

6 Zdroje

(číslováno dle příjmení prvního autora)

- AGRITEC S.R.O. *Rámcová metodika pěstební technologie konopí setého*. [online].
- [1] Šumperk: Agritec s.r.o.URL: <http://www.agrokrom.cz/texty/Obilnarske_listy/RAMCOVA_METODIKA_PESTEBNI_TECHNOL_KONOPI_20011.pdf>
- ANDERT, David, SLADKÝ, Václav. *Energetické využití pevné biomasy*. [online].
- [2] Praha: VÚZT, 2006. 59s.URL: <http://212.71.135.254/vuzt/poraden/prirucky/p2006_07.pdf>. ISBN 80-86884-19-8
- BERANOVSKÝ, Jiří, SRDEČNÝ Karel. *Energie biomasy*. [online]. i-EKIS –
- [3] Internetové energetické konzultační a informační středisko. [cit.2008-04-7]. URL: <<http://www.i-ekis.cz/?page=biomasa>>.
- BUFKA, Aleš. *Využití obnovitelných zdrojů energie v roce 2006*. [online]. Tzbinfo-
- [4] Portál technického zařízení budov. 2007-10-15 [cit. 2008-04-09]. URL: <<http://energie.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=4411&h=205&pl=49>>.
- CZ Biom. *Cenové rozhodnutí energetického regulačního úřadu pro rok 2008 může podpořit rozvoj bioplynu a biomasy v ČR*. Biom.cz [online]. 2007-12-05 [cit. 2008-04-08]. URL: <<http://biom.cz/index.shtml?x=2061989>>. ISSN: 1801-2655.
- FOTR, Jiří. *Analýza rizika investičních projektů*. [online]. Moderní řízení- manažerský
- [6] digest. 2006-05-11 [cit.2008-04-18]. URL: <http://modernirizeni.ihned.cz/1-10024700-18424920-600000_detail-67>.
- [7] GRUBLOVÁ, Eva. *Podniková ekonomika*. Ostrava: Repronis, 2001. 440 s. ISBN 80-86122-75-1
- HAVEL, Václav. *Obnovitelné a netradiční zdroje energie*. [online]. Školská fyzika –
- [8] Praktický časopis pro výuku fyziky Katedry obecné fyziky PF Západočeské univerzity v Plzni. Mimořádné číslo 2002 [cit. 2008-04-07]. URL: <<http://sf.zcu.cz/rocnik07/cislomm/>>. ISSN: 1211-151
- KOVÁŘOVÁ, Marie, ABRHAM, Zdeněk. *Pěstování a využití energetických a prům. plodin*. [online]. Výzkumný ústav zemědělské techniky- VÚZT. [cit. 2008-04-10]. URL: <<http://www.vuzt.cz/?menuid=76>>.
- KRÁLOVÁ, Táňa. *Nová dotace má zvýšit zájem o pěstování energetických plodin*. Biom.cz [online]. 2007-04-13 [cit. 2008-04-10]. URL: <<http://biom.cz/index.shtml?x=1993977>>. ISSN: 1801-2655.
- LENŽA, Libor. *Pěstování rychle rostoucích dřevin – dotace*. [online]. Regionální energetické centrum. 2007-02-26 [cit. 2008-04-14]. URL: <<http://www.regec.cz/aktuality-clanky/132.html>>.

- MOTLÍK, Jan, VÁŇA, Jaroslav. *Biomasa pro energii (1) Zdroje*. Biom.cz [online].
 [12] 2002-02-01 [cit. 2008-03-26]. URL: <<http://biom.cz/index.shtml?x=62863>>. ISSN: 1801-2655.
- PETŘÍKOVÁ, Vlasta, PUNČOCHÁŘ, Miroslav. *Biomasa – alternativní palivo z hlediska chemického složení*. Biom.cz [online]. 2007-07-16 [cit. 2008-04-06]. URL: <<http://biom.cz/index.shtml?x=2016523>>. ISSN: 1801-2655.
- [14] STROUHAL, Jiří. *Finanční řízení firmy v příkladech*. Praha: Computer Press a.s., 2006. 178 s. ISBN: 80-251-0913-5
- [15] SYNEK, Miroslav a kol. *Manažerská ekonomika*. 3. vydání. Praha: Grada Publishing a.s., 2005. 464 s. ISBN 80-247-0515-X
- [16] VUZT. *Provozní náklady zemědělských strojů*. [online]. Výzkumný ústav zemědělské techniky. URL: <<http://www.vuzt.cz/?menuid=592>>.
- WEGER, Jan. *Pěstování rychle rostoucích dřevin*. [online]. Lesnické práce- časopis pro
 [17] lesnickou vědu a praxi. 1/2008 [cit. 2008-04-04]. URL: <<http://lesprace.silvarium.cz/content/view/2065/169/>>. ISSN: 0322-9254.
- WEGER, Jan. *Pěstování rychle rostoucích dřevin pro produkci biomasy k energetickému použití na zemědělské půdě*. [online]. VUKOZ Průhonice. VII/2005 - opravy I/2008 [cit. 2008-04-05]. URL: <<http://www.vukoz.cz/vuoz/biomass.nsf/pages/zasady.html>>.
- WEGER, Jan, HAVLÍČKOVÁ, Kamila. *Biomasa - obnovitelný zdroj energie v krajině*.
 [19] Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví. 52 s. ISBN 80-85116-32-4. URL: <[http://www.vukoz.cz/_C1256D3B006880D8.nsf/\\$pid/VUKITF0YL3HK](http://www.vukoz.cz/_C1256D3B006880D8.nsf/$pid/VUKITF0YL3HK)>.
- WEGER, Jan, HAVLÍČKOVÁ, Kamila. *Zásady a pravidla pěstování rychle rostoucích dřevin (r.r.d.) ve velmi krátkém obmýtí*. Biom.cz [online]. 2002-01-18 [cit. 2008-04-3]. URL: <<http://biom.cz/index.shtml?x=62071>>. ISSN: 1801-2655.
- WIKIPEDIA, The Free Encyclopedia. *Biomasa*. [online]. poslední revize
 [21] 2008-04-09 [cit. 2008-04-10]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Biomasa>>.
- WIKIPEDIA, The Free Encyclopedia. *Internal rate of return*. [online]. poslední revize
 [22] 2008-04-19 [cit. 2008-04-19]. URL: <http://en.wikipedia.org/wiki/Internal_rate_of_return>.
- [23] WIKIPEDIA, The Free Encyclopedia. *Cash flow*. [online]. poslední revize 2008-03-27 [cit. 2008-04-19]. URL: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Cashflow>>.

Příloha 1: Tabulka efektu pěstování konopí setého

	Období																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Celkové náklady (Kč/ha)	41600,17	59935,57	28523,03	25880,14	29347,84	25772,53	5993,303	4471,803	7939,503	4364,201	5993,303	4471,803	7939,503	4364,201	5993,303	4471,803	7939,503	4364,201	5993,303	12136,59
Kumulativní náklady (Kč/ha)	41600,17	101535,7	130058,8	155938,9	185286,8	211059,3	217052,6	221524,4	229463,9	233828,1	239821,4	244293,2	252232,7	256596,9	262590,2	267062	275001,5	279365,7	285359	297495,6
Celkové výnosy (Kč/ha)	65500	4500	4500	4500	78900	4500	4500	4500	78900	4500	4500	4500	78900	4500	4500	4500	78900	4500	4500	80400
Kumulativní výnosy (Kč/ha)	65500	70000	74500	79000	157900	162400	166900	171400	250300	254800	259300	263800	342700	347200	351700	356200	435100	439600	444100	524500
Zisk roční (Kč/ha)	23899,83	-55435,6	-24023	-21380,1	49552,16	-21272,5	-1493,3	28,19709	70960,5	135,7991	-1493,3	28,19709	70960,5	135,7991	-1493,3	28,19709	70960,5	135,7991	-1493,3	68263,41
Zisk celkem (Kč/ha)	23899,83	-31535,7	-55558,8	-76938,9	-27386,8	-48559,3	-50152,6	-50124,4	20836,1	20971,9	19478,6	19506,8	90467,29	90603,09	89109,79	89137,99	160098,5	160234,3	158741	227004,4